



DIPLOMARBEIT

Jan Köhler

**Untersuchung und Erweiterung eines
Energiemanagementsystems im Hinblick auf
die Langfristigkeit eines PPP-Projektes am
Beispiel Justizzentrum Chemnitz**

Mittweida, 2011

DIPLOMARBEIT

Untersuchung und Erweiterung eines Energiemanagementsystems im Hinblick auf die Langfristigkeit eines PPP-Projektes am Beispiel Justizzentrum Chemnitz

Autor:

Jan Köhler

Studiengang:

Immobilien- und Gebäudemanagement

Seminargruppe:

IG05w2

Erstprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Berndt Gaier

Zweitprüfer:

Dr. Reinhard Martin

Einreichung:

Mittweida, 15.08.2011

Vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am:

Bibliografische Beschreibung

Jan, Köhler:

Untersuchung und Erweiterung eines Energiemanagementsystems im Hinblick auf die Langfristigkeit eines PPP-Projektes am Beispiel Justizzentrum Chemnitz. - 2011. -, 81 S. - Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Maschinenbau & Feinwerktechnik, Diplomarbeit, 2011

Referat

Diese Arbeit untersucht das Energiemanagement des Justizzentrums Chemnitz auf Verbesserungspotenzial, welches sich aus der Langfristigkeit von PPP-Verträgen ergibt. Dabei wird über Ist-Analysen versucht, Mängel im Verbrauch sowie im System aufzudecken und daraus Verbesserungsvorschläge abzuleiten.

Vorwort

Diese Arbeit entstand für die HSG Zander Ost GmbH. Mein besonderer Dank gilt meinen Betreuern, Herr Prof. Dr.-Ing. Berndt Gaier und Herr Dr. Reinhard Martin, für die Ermöglichung und die Betreuung der Arbeit. Weiterhin möchte ich mich bei der Betriebsmannschaft des Justizzentrums Chemnitz bedanken, die mir immer mit Rat und Tat zur Seite stand.

Ich möchte mich an dieser Stelle auch bei meiner Familie und bei meinen Freunden bedanken, die mich bei meinem Studium und bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt und immer wieder ermutigt haben.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Ziele der Untersuchung	2
1.2 Gang der Untersuchung	2
1.2.1 Nachhaltiges Energiemanagement	2
1.2.2 Bewertung des Energiemanagements	2
1.3 Unternehmensdarstellung	3
1.3.1 Grundlegendes	3
1.3.2 Struktur	3
2 Grundlagen Energiemanagement	5
2.1 Der Begriff Energiemanagement	5
2.2 Nachhaltigkeit	7
2.2.1 Ökologische Dimension	8
2.2.2 Ökonomische Dimension	8
2.2.3 Soziale Dimension	8
2.3 Nachhaltiges Energiemanagement	9
3 Objektdarstellung	10
3.1 Das Gebäude	10
3.1.1 Der Baukörper	10
3.1.2 Nutzer	11
3.1.3 Betrieb und Dienstleistungen	12
3.2 Technische Gebäudeausrüstung	13
3.2.1 Wasser	13

3.2.2	Wärmeversorgung	13
3.2.3	Strom	15
3.3	Public Private Partnership	16
3.3.1	Grundlagen PPP	16
3.3.2	Privatisierung als Basis von PPP	17
3.3.3	PPP im öffentlichen Hochbau	19
3.4	Charakteristik der Vertragsform PPP im Justizzentrum Chemnitz	26
3.4.1	Vertragspartner	26
3.4.2	Vertragsrechtliche Form	27
4	Istanalyse Energiemanagement Justizzentrum Chemnitz	31
4.1	Energiemanagement der HSG Zander GmbH	31
4.2	Notwendigkeit für Energiemanagement im Justizzentrum Chemnitz	33
4.2.1	Vertragliche Notwendigkeit	33
4.2.2	Wirtschaftliche Notwendigkeit	34
4.3	Energiemanagement Justizzentrum Chemnitz	35
4.3.1	Energierechnungsprüfung	35
4.3.2	Makroanalyse	35
4.3.3	Mikroanalyse	35
4.3.4	Betriebsphase mit laufendem Energiecontrolling	36
4.3.5	Energiecontrolling	37
4.3.6	Computergestütztes Energiemanagementsystem Ennovatis Smart Box	38
4.4	Zusammenfassung	44
5	Verbrauchsanalyse und Energiekennwerte	45
5.1	Witterungsbereinigung	45
5.1.1	Heizgradtag	45
5.1.2	Gradtagzahl	46
5.1.3	Exkurs: Temperaturfühler	47
5.2	Verbrauchsanalysen der Istverbräuche	47

5.2.1	Istanalyse Wasserverbrauch	47
5.2.2	Istanalyse Wärmeenergie	50
5.2.3	Istanalyse Stromverbrauch	53
5.3	Kennzahlen	55
5.3.1	Kennzahlen allgemein	55
5.3.2	Bezugsgrößen	55
5.3.3	Kennzahlen Wasserverbrauch	57
5.3.4	Kennzahlen Heizenergie	59
5.3.5	Kennzahlen elektrische Energie	62
5.4	Zusammenfassung Verbrauchsanalyse und Energiekennwerte	63
6	Maßnahmen	65
6.1	Bisher umgesetzte Schritte	65
6.1.1	Non - Investive Maßnahmen	65
6.1.2	Investive Maßnahmen	66
6.2	Zählerkonzept	67
6.2.1	Erweitertes Zählerkonzept (Phase 1)	67
6.2.2	Erweitertes Zählerkonzept (Phase 2)	71
6.3	Energiecontrolling	73
6.3.1	Monitoring	73
6.3.2	Reporting	76
6.4	Gerichtsaalmanagement	76
6.5	Nutzersensibilisierung	78
6.5.1	Aufbau und Inhalt Newsletter	78
6.5.2	Weitere Maßnahmen zur Nutzermotivation	80
6.6	Zusammenfassung Maßnahmen	81
7	Zusammenfassung	82
	Quellen- und Literaturverzeichnis	VIII
	Anhänge	X

Anhang I Planungsgrundlagen Frischwasserverbrauch	X
Anhang II Wasserverbrauchsrichtwerte für Verwaltungsgebäude	XI
Anhang III Merkblätter Energieverbrauch am Arbeitsplatz	XII
Anhang IV Energieverbrauchsauswertung Ennovatis Controlling	XIV
Anhang V Struktur der Elektroverteilung GHV-AN	XV
Erklärung zur selbstständigen Anfertigung der Arbeit	XVI

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Organisationsstruktur der HSG Zander GmbH	4
Abbildung 2: Energiemanagement in der Betriebsphase	6
Abbildung 3 schematische Darstellung der Gebäudeteile	11
Abbildung 4 Struktur der Wärmeverteilung	14
Abbildung 5 Einordnung von PPP in Privatisierung in Anlehnung an Alfen/Fischer 2006	19
Abbildung 6 Übersicht über die PPP-Grundmodelle	22
Abbildung 7 Übersicht Risikoverteilung	25
Abbildung 8 Vertragsstruktur PPP-Projekt Justizzentrum Chemnitz	29
Abbildung 9 Finanzierungsstruktur PPP-Projekt Justizzentrum Chemnitz	29
Abbildung 10 Organisationsstruktur CoC Energy & Sustainability	32
Abbildung 11 Systemschema Ennovatis Smart Box	39
Abbildung 12 Programmfenster Ennovatis Controlling	41
Abbildung 13 Projektbaum Justizzentrum Chemnitz	42
Abbildung 14 Verlauf Wärmeenergieverbrauch mittels Graphical Data Analyser	43
Abbildung 15 Wasserverbrauch 2010 in m ³	48
Abbildung 16 Istanalyse Wasserbrauch 2009/2010	48
Abbildung 17 Mehr-/Minderverbräuche Wasser 2009/2010	49
Abbildung 18 Tagesauswertung Wasserverbrauch	49
Abbildung 19 Verlauf Wärmeenergieverbrauch 2009/2010	51
Abbildung 20 Verlauf witterungsbereinigter Wärmeenergieverbrauch 2009/2010	52
Abbildung 21 Verlauf Stromverbrauch 2009/2010 (in kWh)	54
Abbildung 22 Zählerstruktur Justizzentrum Chemnitz	69
Abbildung 23 Erweiterte Zählerstruktur Phase 1	70
Abbildung 24 Erweiterte Zählerstruktur Phase 2	72
Abbildung 25 Berechnung Grundlast	73
Abbildung 26 Berechnung nicht gemessener Verbrauch	74
Abbildung 27 Berechnung des nicht gemessenen Energieverbrauchs mit Visual Data Analyser	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Grundflächen nach DIN 277	11
Tabelle 2 Abnehmer der Wärmeversorgung	15
Tabelle 3 Durchschnittliches Projektvolumen	23
Tabelle 4 Übersicht Beleuchtung	37
Tabelle 5 Übersicht über Zähleinheiten	38
Tabelle 6 Wasserverbrauch 2009 in m ³	48
Tabelle 7 Jahresverbrauch Wärmeenergie 2009 (in MWh)	50
Tabelle 8 Jahresverbrauch Wärmeenergie 2010 (in MWh)	50
Tabelle 9 witterungsbereinigter Wärmeenergieverbrauch(in MWh)	51
Tabelle 10 witterungsbereinigter Wärmeenergieverbrauch 2010 (in MWh)	52
Tabelle 11 Stromverbrauch 2009 (in MWh)	53
Tabelle 12 Stromverbrauch 2010 (in MWh)	53
Tabelle 13 relative Überschreitungen Jahresstromverbrauch 2009/2010	54
Tabelle 14 Grundflächen des Bauwerks	56
Tabelle 15 Berechnung der beheizten Bruttogrundfläche	56
Tabelle 16 Vergleich Wasserverbrauchskennwert nach VDI 3807-3	58
Tabelle 17 Vergleich Wasserverbrauchskennwert nach AGES	59
Tabelle 18 Witterungsbereinigung der Heizenergieverbrauchsdaten	60
Tabelle 19 Vergleich Heizenergieverbrauchskennwert nach VDI 3807-2	60
Tabelle 20 Vergleich Heizenergieverbrauchskennwert nach AGES	61
Tabelle 21 Vergleich Heizenergieverbrauchskennwert <i>BGFheiz</i>	61
Tabelle 22 Vergleich Verbrauchskennwert elektrische Energie	62
Tabelle 23 Vergleich Verbrauchskennwert elektrische Energie auf Basis EneV 2009	63
Tabelle 24 Übersicht Zähleinheiten und zugehörige Anlagen	68
Tabelle 25 Beispielrechnung nicht gemessener Verbrauch	74
Tabelle 26 Sollverbrauchswerte auf Basis 2-Jahresdurchschnitt	76

1 Einleitung

Durch den ständigen Anstieg der Energiekosten, getrieben durch politische Vorgaben, zunehmender Technisierung unseres Umfeldes und endlicher Energieträger, rückt ein effizienterer Einsatz des Produktionsfaktors Energie, für Kommunen und Unternehmen, immer stärker in den Fokus ihres Handelns.¹ Auch aufgrund des haushaltspolitischen Wandels der Kommunen zu einem mehr an einem privatwirtschaftlichen Unternehmen orientierten Umgang mit ihrer finanziellen Ausstattung sind auch diese dazu gezwungen, Know-how in diesem Bereich aufzubauen oder anderweitig hinzuzuholen. Da aber der Bestand der kommunalen Immobilien sehr heterogen ist, sind die Kommunen und öffentlichen Träger immer mehr dazu gezwungen, diese Aufgaben in der privaten Wirtschaft einzukaufen. Wurde in der Vergangenheit auf Beratung durch private Firmen gesetzt, setzt sich heute mehr und mehr die Privatisierung von sekundären Prozessen, wie dem Gebäudebetrieb, durch. Dabei wird nicht nur ein einfaches Outsourcing des Prozesses Gebäudebetrieb umgesetzt. Vielmehr geht man langfristige Partnerschaften mit Facility Management Unternehmen ein, um von deren Expertise zu profitieren. Das privatwirtschaftliche Unternehmen hat ein natürliches Interesse an den daraus resultierenden langfristigen Mittelzuflüssen, muss dabei aber auch das Risiko bei der Vertragsgestaltung dieser Öffentlich Privaten Partnerschaften (ÖPP) abwägen. Um den Betreiber der Immobilie zu Sparmaßnahmen und einem optimalen Betrieb zu zwingen, wird oftmals eine Verpflichtung zum Energiemanagement in den Vertrag aufgenommen. In der Vergangenheit entwickelten sich verschiedene Bemühungen, den Prozess Energiemanagement zu definieren und zu normieren.² Hierbei wird auf bereits vorhandene Managementsysteme, wie das Qualitätsmanagement, zurückgegriffen und diese auf die Aufgabe Energie zur Erbringung einer Leistung einzusetzen angewandt. Diese Normen und Richtlinien beschreiben aber nur den allgemeinen organisatorischen Ansatz, da jedes Objekt in seiner Form und vor allem auch in seiner Ausstattung und damit der technischen Grundlage für Energiemanagement unterschiedlich ist. Somit besteht in jeder Immobilie ein Handlungsbedarf bei der Implementierung von Energiemanagementsystemen.

¹ Vgl. Püttner in: Braun – Facility Management; Seite 100 f.

² DIN 16001, GEFMA 124.

1.1 Ziele der Untersuchung

Grundlage der vorliegenden Arbeit ist eine viermonatige Praxisphase im ÖPP - Projekt Justizzentrum Chemnitz. Die Untersuchung der Prozesse des Gebäudebetriebs und im speziellen des Energiemanagements standen hierbei im Vordergrund. Aufgrund der vertraglich festgelegten Verbrauchsgrenzen für Medien, die daraus resultierenden wirtschaftlichen Herausforderungen, besonders im Falle der Überschreitung dieser und der Langfristigkeit des Engagements ist ein funktionsfähiges Energiemanagement ein Erfolgsfaktor für dieses Projekt.

Die Arbeit verfolgt folgende Primärziele:

- Definition eines nachhaltigen Energiemanagements
- Untersuchung der Struktur des Energiemanagements im Justizzentrum Chemnitz
- Bewertung des Energiemanagements sowie der Verbrauchstruktur im Justizzentrum Chemnitz
- Erweiterung des bestehenden Konzepts mit Hinblick auf die Langfristigkeit eines ÖPP - Projektes

1.2 Gang der Untersuchung

1.2.1 Nachhaltiges Energiemanagement

Im ersten Schritt wird nachhaltiges Energiemanagement für die Betriebsphase definiert und untersucht, inwiefern die allgemeinen Erklärungen für Nachhaltigkeit auf Energiemanagement in der Betriebsphase anwendbar sind. Die anschließende Analyse des Energiemanagements im Objekt hat zum Ziel, einen Zusammenhang zwischen strategischem und operativem Energiemanagement und der Langfristigkeit von ÖPP – Verträgen darzustellen.

1.2.2 Bewertung des Energiemanagements

Hierzu werden die im vorherigen Schritt erhaltenen Daten herangezogen und zu Kennzahlen aggregiert. Zu diesen Werten werden Vergleichswerte gesucht und Sollwerte gebildet. Aus sich eventuell verdeutlichenden Missverhältnissen sollen dann weitere organisatorische wie auch technische Maßnahmen abgeleitet und die bereits eingeleiteten Maßnahmen bewertet werden. Hierzu werden auch vertragliche Sachstände herangezogen und in die Betrachtung mit einbezogen.

1.3 Unternehmensdarstellung

1.3.1 Grundlegendes

Die HSG Zander GmbH ist ein 100-prozentiges Tochterunternehmen der Bilfinger Berger Facility Services GmbH. Entstanden aus der HSG Technischer Service GmbH und der M + W Zander D.I.B. Facility Management GmbH, ist das Unternehmen marktführend im Bereich des ganzheitlichen Facility Management (FM).³

Als Anbieter für integrierte Facility Management Dienstleistung ist das Unternehmen in der Lage, alle Bereiche als Kernkompetenz zu bedienen. Zu den Hauptgeschäftsfeldern des Unternehmens zählen unter anderem⁴:

- Technisches FM
- Kaufmännisches FM
- Infrastrukturelles FM
- CAFM
- Baumanagement
- Service Line
- Einkauf

1.3.2 Struktur

Das Unternehmen ist in einer Linienorganisation aufgebaut, neben der eine Projektorganisation existiert. Die Linienorganisation umfasst den regelmäßigen Geschäftsbetrieb des Unternehmens, wohingegen die Projektorganisation für gesonderte Projekte der Objekte greift. Insbesondere sind hier die Planung und die Unterstützung von Um - und Neubauprojekten zu nennen. Abbildung 1 stellt die beiden Organisationsformen am Beispiel des Justizzentrum Chemnitz (JZC) dar. Des Weiteren bedient sich die HSG Zander GmbH bei besonderen Projekten eines Expertenpools, der aus weiteren Tochterunternehmen der Bilfinger Berger Facility Services gespeist wird.

³ Vgl. Lüdendonk Liste „Führende Facility-Management-Unternehmen für technisches und infrastrukturelles Facility Management“; Stand: 07.06.2010.

⁴ Vgl. Unternehmenshomepage HSG Zander GmbH; abgerufen am 07.05.2011.

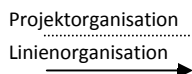


Abbildung 1: Organisationsstruktur der HSG Zander GmbH⁵

⁵ Eigene Darstellung.

2 Grundlagen Energiemanagement

2.1 Der Begriff Energiemanagement

Energiemanagement ist aufgrund steigender Kosten für Energieträger und deren Versorgung in den letzten Jahren immer mehr in den Fokus der Unternehmen gerückt und somit auch in die Outputspezifikationen der ausschreibenden Kommunen. In der VDI 4602 wird das Einführen eines Energiemanagementsystems und dessen Überwachung als Aufgabe der Unternehmensführung genannt.⁶ Somit wird dem Energiemanagement eine ähnliche Bedeutung zugemessen, wie dem Qualitäts- oder Umweltmanagement. Ein weiterer Beleg dafür ist die DIN EN 16001:2009-8, welche die Festlegung der Energiepolitik beim „Top-Management“ sieht.⁷

Für den Prozess Energiemanagement gibt es viele und weitreichende Definitionen und Beschreibungen. Da sich die VDI 4602 auf Energiemanagement bei Erzeugern und Industrieunternehmen bezieht, wird diese in dieser Arbeit außen vor gelassen. Die DIN EN 16001:2009-8 befasst sich mit der Entwicklung eines Managementsystems und soll an dieser Stelle nicht zur Definition herangezogen werden. Um Energiemanagement zu beschreiben, wird hier auf die GEFMA 124-1 zurückgegriffen, da sich diese mit ihrer Prozessorientierung auch auf kommunale Liegenschaften und vor allem auf bestehende Liegenschaften anwenden lässt.

Eine erste Definition bietet die GEFMA 124-1:

„Gesamtheit der Managementfunktionen, die erforderlich sind, um den Prozess der Energiebereitstellung, -verteilung und -anwendung im Gebäude in Hinblick auf möglichst niedrige Prozesskosten zu führen“⁸

Bei dieser Definition wird ausdrücklich auf niedrige Prozesskosten hingewiesen, was jedoch nicht mit Kosten sparen per se gleichzusetzen ist. Vielmehr wird in der Richtlinie darauf hingewiesen, dass die Prozesskosten bei einem vorgegebenen Qualitätslevel möglichst gering sein sollen. Weiterhin bezieht sich die Richtlinie auf die Energie und ihre Träger, in der vorliegenden Arbeit wird der Prozess Energiemanagement um die Wasserversorgung erweitert und kann somit auch als Medienmanagement beschrieben werden. Dem Energiemanagement sind mehrere Prozesse untergeordnet, die den Umfang des Prozesses für die Betriebsphase klar definieren.

⁶ Vgl. VDI 4602 Kap. 3.

⁷ Vgl. DIN EN 16001:2009-8 Kap. 3.2.

⁸ GEFMA 124-1; Kap. 2.5.3; Seite 4.

Im Einzelnen sind hier:

- *Ausschreibung, Vergabe von Energielieferungen*
- *Energierechnungsprüfung*
- *Makroanalyse (Benchmarkanalyse)*
- *Mikroanalyse (energetische Detailanalyse)*
- *Betriebsphase mit laufendem Energiecontrolling⁹*

zu nennen. Inhalt dieser Arbeit soll die Untersuchung und Anwendung des in Abbildung 2 beschriebenen Prozesses auf das hier behandelte Objekt sein.

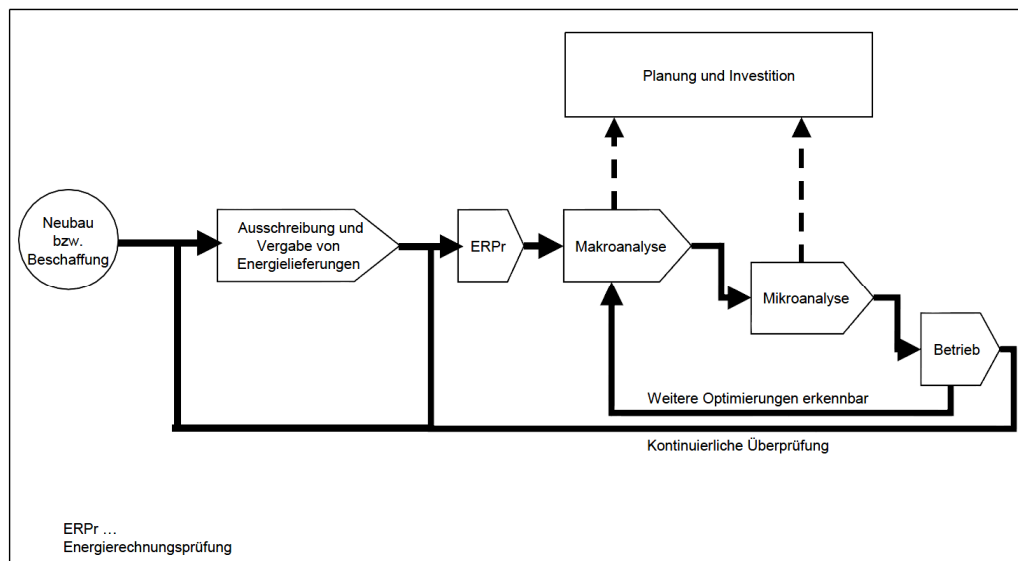


Abbildung 2: Energiemanagement in der Betriebsphase¹⁰

In der Praxis spaltet sich Energiemanagement in zwei Seiten, die jeweils die Makroanalyse, die Mikroanalyse und die Erfahrungen aus dem Betrieb beinhalten:

Investives Energiemanagement

Sind alle Maßnahmen, die eine Investition zur Änderung der gebäudetechnischen Ausrüstung oder des Baukörpers beinhalten und bedürfen einer sehr genauen Wirtschaftlichkeitsanalyse. Dieses investive Energiemanagement entspricht also Abbildung 2.

⁹ GEFMA 124-1; Kap. 6; Seite 8.

¹⁰ GEFMA 124-1; Seite 8.

Non - Investives Energiemanagement

Die andere Seite des Energiemanagements ist in der angeführten GEFMA 124-1 nicht so ausgeprägt wie das investive Management. Es beschreibt alle Maßnahmen, die eine Optimierung des Gebäudebetriebs durch Änderung der Gebäudefahrweise und durch Anpassung der einzelnen organisatorischen Schritte im Prozess Energiemanagement beinhalten. Es gehört also auch in den Prozess, da es Maßnahmen aus der kontinuierlichen Überprüfung ableitet und diese in den Prozess einbindet.

Somit ist zusammenfassend festzustellen, dass non – investives Energiemanagement unter definierten Bedingungen auf den optimalen Gebäudebetrieb abzielt und bei erfolgreicher Umsetzung die kosteneffizienteste Betriebsweise des Gebäudes darstellt. Es definiert daher die Solllinie für alle damit in Zusammenhang stehenden Kosten und Verbräuche.

Hingegen ist investives Energiemanagement das weitere Senken dieser Sollwerte durch Änderung der gebäudetechnischen Ausstattung und des Baukörpers.

2.2 Nachhaltigkeit

Der Begriff Nachhaltigkeit entstammt ursprünglich der Forstwirtschaft und beschreibt, dass man nur so viel Holz roden soll, wie im nächsten Jahr nachwächst, um sich den Ertrag in Zukunft zu sichern.¹¹ In näherer Vergangenheit ist der Begriff immer mehr zum Modewort avanciert und hat mehrere Definitionen erfahren. Die Wichtigste entstammt dem Brundtland-Bericht von 1987, der die Nachhaltigkeit in die Gegenwart holt und ihn aus der Forstwirtschaft herauslöst. In dem Zukunftsbericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung mit dem Titel „unsere gemeinsame Zukunft“, der später als Brundtland-Bericht bekannt wurde, steht:

„Die Menschheit hat die Fähigkeit, Entwicklung nachhaltig zu gestalten, um sicherzustellen, dass sie die Bedürfnisse von heute erfüllt, ohne die Möglichkeit der Bedürfnisbefriedigung zukünftiger Generationen zu beeinflussen.“^{12,13}

¹¹ Vgl. http://www.intern.tu-darmstadt.de/dez_iv/nachhaltigkeit_2/einfhrung/index.de.jsp.

¹² Eigene Übersetzung; Original: "Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs".

¹³ Report of the Worldcomission on Environment and Development "Our Common Future"; abgerufen unter http://www.bne-portal.de/coremedia/generator/unesco/de/Downloads/Hintergrundmaterial__international/Brundtlandbericht.pdf.

Ein weiterer Definitionsansatz, dessen Ursprung nicht näher geklärt ist, ist das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit. Die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages hat unter anderem in ihrem Abschlussbericht „Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ die bis dahin auf ein ökonomisches Handeln mit natürlichen Ressourcen ausgerichtete Definition aus dem Brundtland-Bericht auf drei Dimensionen ausgebreitet und diese auf eine nachhaltige Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland übertragen. Neben der ökologischen Dimension setzt sie die ökonomische und soziale Dimension der Nachhaltigkeit und weist darauf hin, dass alle drei Dimensionen in einer gemeinsamen Beziehung zueinander stehen und gleichberechtigt nebeneinander existieren.¹⁴

2.2.1 Ökologische Dimension

Die ökologische Nachhaltigkeit zielt, wie eingangs dieses Kapitels erwähnt, auf den ökonomischen Umgang mit natürlichen Ressourcen ab und soll sich nach der Regenerationsrate der nachwachsenden oder nach einer angemessenen Produktivitätssteigerung, durch den Einsatz von nicht nachwachsenden Ressourcen, richten.

2.2.2 Ökonomische Dimension

Die ökonomische Dimension des Drei-Säulen-Modells beschreibt, dass die Rahmenbedingungen der Marktwirtschaft eine Bedürfnisbefriedigung ermöglichen soll und gleichzeitig die innovativen Anreize einer freien Marktordnung erhalten muss, um so Wohlstand und technische Weiterentwicklung für die nachfolgenden Generationen zu sichern.

2.2.3 Soziale Dimension

Die dritte Säule des Nachhaltigkeitsmodells fordert, dass eine nachhaltige Entwicklung nicht auf dem Rücken einzelner sozialer Gruppen ausgetragen werden soll bzw. dass

¹⁴ Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“; Drucksache 13/11200; Deutscher Bundestag; 26.06.1998.

Entwicklungen einzelne soziale Gruppen nicht beeinträchtigen und so gesellschaftliche Grundstrukturen für nachfolgende Generationen zumindest erhalten bleiben.

2.3 Nachhaltiges Energiemanagement

Nachhaltigkeit in der ökologischen Dimension ist, aufgrund des angestrebten effizienteren Umgangs mit Energie und seinen Trägern, eine Grundeigenschaft von Energiemanagement. Die dieser Arbeit zugrunde liegende Definition von Nachhaltigkeit soll sich deshalb nicht auf den ökologischen Aspekt beziehen, sondern mehr einen organisatorischen Ansatz verfolgen. Nachhaltigkeit im Energiemanagement soll auch die Verfolgbarkeit seiner einzelnen Schritte beinhalten, um sie im Prozess immer wieder überprüfbar und anpassbar zu machen. Hierzu ist die Schaffung eines Dokumentations- und Bewertungssystems für Entscheidungen und Maßnahmen im Energiemanagement unerlässlich, um auch nach Abschluss verschiedener Maßnahmen oder bei Inbetriebnahme, diese nachvollziehen zu können. Somit ergibt sich gerade durch die Langfristigkeit einer Public Private Partnership (PPP) eine Notwendigkeit zu nachhaltigem Energiemanagement.

3 Objektdarstellung

Das Justizzentrum Chemnitz ist ein im Dezember 2008 in Betrieb genommenes Verwaltungs- und Gerichtsgebäude und bildet mit dem daneben gelegenen Landgerichtsgebäude einen zentralen Justizstandort in Chemnitz. Das Gebäude wurde 2006 als erste Public Private Partnership des Landes Sachsen ausgeschrieben. Mit dem Abriss des Altbestandes auf dem 11808 m² großen Grundstück, der Planung und der Errichtung des Neubaus wurde die Bilfinger Berger AG durch den Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement beauftragt. Der Betrieb des Gebäudes wurde in der Folge an die HSG Zander GmbH vergeben.

3.1 Das Gebäude

3.1.1 Der Baukörper

Der Neubau ist als liegende Acht ausgeführt und verfügt über eine bauliche Anbindung zum daneben gelegenen Landgericht. Wie in der Ausschreibung vorgegeben, fügt es sich durch seine Form und Farbgebung in die gründerzeitliche Umgebungsbebauung ein. Das Justizzentrum Chemnitz verfügt über eine zweigeschossige Tiefgarage mit 228 Parkplätzen, vier Vollgeschosse und hat eine Nutzfläche von ca. 14100 m². Durch seine Nutzung als Gerichtsgebäude für das Amts- sowie das Landgericht sind 8 Haftzellen in dem Gebäude untergebracht.

Die Aufteilung des Baukörpers gliedert sich in 5 Abschnitte (siehe Abbildung 3), wobei die Bauteile A, B und C den Verwaltungsbereich für das Amtsgericht und die Staatsanwaltschaft darstellen. Der Gebäudeteil D ist die sogenannte Magistrale, die als allgemeiner Besucherbereich und als Zutritts- und Wartebereich für die Gerichtssäle ausgeführt ist. Der Abschnitt V ist der Verbindungsbau zum Landgericht und mündet in der Magistrale im 2. und 3. Obergeschoss.

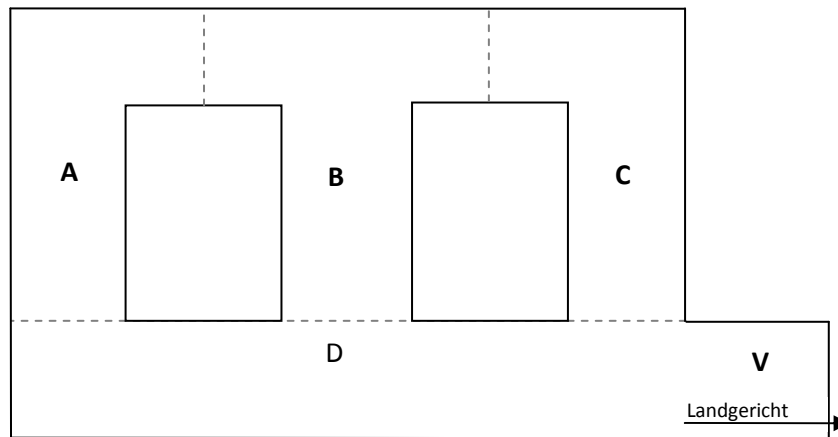


Abbildung 3 schematische Darstellung der Gebäudeteile¹⁵

In den Untergeschossen sind, neben den Technik- und Versorgungsräumen, die Archive mit Rollregalen für die einzelnen Verwaltungen untergebracht. Tabelle 1 beinhaltet den Flächennachweis des Gebäudes.

GRUNDFLÄCHEN NACH DIN 277		
Grundflächen des Bauwerks		
= NF	Nutzfläche	14104 m ²
+ TF	Technische Funktionsfläche	968 m ²
+ VF	Verkehrsfläche	8573 m ²
= NGF	Netto-Grundfläche	23645 m ²
+ KF	Konstruktionsfläche	1445 m ²
= BGF	Brutto-Grundfläche	25090 m ²

Tabelle 1 Grundflächen nach DIN 277¹⁶

3.1.2 Nutzer

Das Gebäude ist für 475 Nutzer ausgelegt, die sich aus Staatsanwaltschaft und Amtsgericht zusammensetzen, welche weiterhin als ständige Nutzer bezeichnet werden. Zur Zeit der Erstellung dieser Arbeit nutzten 469 ständige Nutzer das Gebäude. Zusätzlich zu den ständigen Nutzern, wird ein Publikumsverkehr mit ca. 150 Personen täglich angenommen, da eine Publikumszählung nicht stattfindet. Weiterhin nutzt das Landgericht die Gerichtssäle für Verhandlungen.

¹⁵ Eigene Darstellung.

¹⁶ Lt. Outputunterlagen der Bilfinger Berger AG nach DIN 277-1:2005-2.

3.1.3 Betrieb und Dienstleistungen

Der Betreibervertrag hat eine Laufzeit von 20 Jahren und umfasst folgende Aufgaben:

- Technisches Facility Management
 - Betriebsführung und Instandhaltung der gebäudetechnischen Anlagen
 - Bauunterhaltung und Instandhaltung des Baukörpers
 - Energiemanagement und Medienlieferung
 - Stör- und Notdienst mit 24h - Rufbereitschaft
- Infrastrukturelles Facility Management
 - Gebäude-, Fassaden- und Glasreinigung
 - Außenanlagenreinigung und -pflege
 - Winterdienst
 - Ver- und Entsorgungsdienstleistungen
 - Wachdienste
 - Parkraumbewirtschaftung
 - Einkauf und Verwaltung von Büromaterial
 - Möbel- und Umzugsmanagement
- Kaufmännisches Facility Management
 - Berichtswesen und Dokumentation
 - Vertragsmanagement
 - FM-Controlling
- Nicht hoheitliche Dienstleistungen
 - Betrieb der Poststelle
 - Botengänge
 - Archivleistungen

Nicht hoheitliche Dienstleistungen

Diese Dienstleistungen ließen sich bei einem gewerblichen Auftraggeber auch in den infrastrukturellen Bereich des Facility Management einordnen. Da bei der Justiz, aufgrund von harten Terminabhängigkeiten, ein gesondertes Augenmerk auf die Postdienstleistungen gelegt wird, wurden diese unter einem gesonderten Punkt ausgeschrieben und werden personell sowie organisatorisch von der originären Aufgabenstruktur abgesondert.

3.2 Technische Gebäudeausrüstung

3.2.1 Wasser

Die Wasserversorgung des Gebäudes erfolgt über das öffentliche Netz des örtlichen Versorgers (EINS Energie). Die Versorgung der Verbraucher erfolgt von dem Hausanschlussraum aus und ist als ein Strang-System ausgeführt. Eine zentrale Warmwasserbereitung wurde nicht vorgesehen. Die Warmwasserversorgung erfolgt in den Teeküchen dezentral über Durchlauferhitzer, die als Untertischgeräte ausgeführt sind. Die Warmwasserbereitung im Kantinenbereich erfolgt ebenso dezentral über Durchlauferhitzer.

Entnahmestellen der Wasserversorgung sind:

- WC
- Waschtische im Sanitärbereich
- Teeküchen mit jeweils einem Spülentisch und einer Spülmaschine
- die Cafeteria

Abwasser

Das Abwasser wird über ein Trennsystem in das Kanalnetz des örtlichen Versorgers eingeleitet. Es besteht zum einen aus den Abwässern der Sanitärbereiche, Teeküchen und der Cafeteria und zum anderen aus dem aufgefangenen Regenwasser der Dachentwässerungen. Das verbrauchte Außenwasser zur Grünanlagenpflege wird monatlich mit dem Abwasser verrechnet.

3.2.2 Wärmeversorgung

Das Objekt wird über das Fernwärmenetz des örtlichen Energieversorgers mit Fernwärme versorgt. Die Übergabestelle, welche sich im Hausanschlussraum im 1. UG befindet, verfügt über ein mittels Plattenwärmetauscher verbundenes Primär- und Sekundärnetz, wobei das Sekundärnetz das eigentliche Wärmeverteilnetz darstellt. Das Primärnetz dient lediglich der Wärmeübergabe aus dem Fernwärmenetz in das Netz des Gebäudes. Vom Hausanschlussraum erfolgt die Verteilung über jeweils einen Hauptverteiler in der Übergabestation sowie in der Technikzentrale auf der Südseite des Gebäudes. Neben den Hauptverteilern gibt es 3 Unterverteiler für Flächenheizungen in

den Haftzellen und im Bereich der Infotheke sowie für die Rampenheizung der Tiefgarageneinfahrt (siehe Abbildung 4).

Aufgrund des frostsicheren Betriebes der Rampenheizung mit einem Wasser-Glykol-Gemisch, erfolgt die Wärmeübergabe in diesem Bereich über einen Plattenwärmetauscher, der über den Rücklauf des Wärmeverteilsystems gespeist wird.

Tabelle 2 enthält einen Überblick über die Art der Wärmeabgabe.

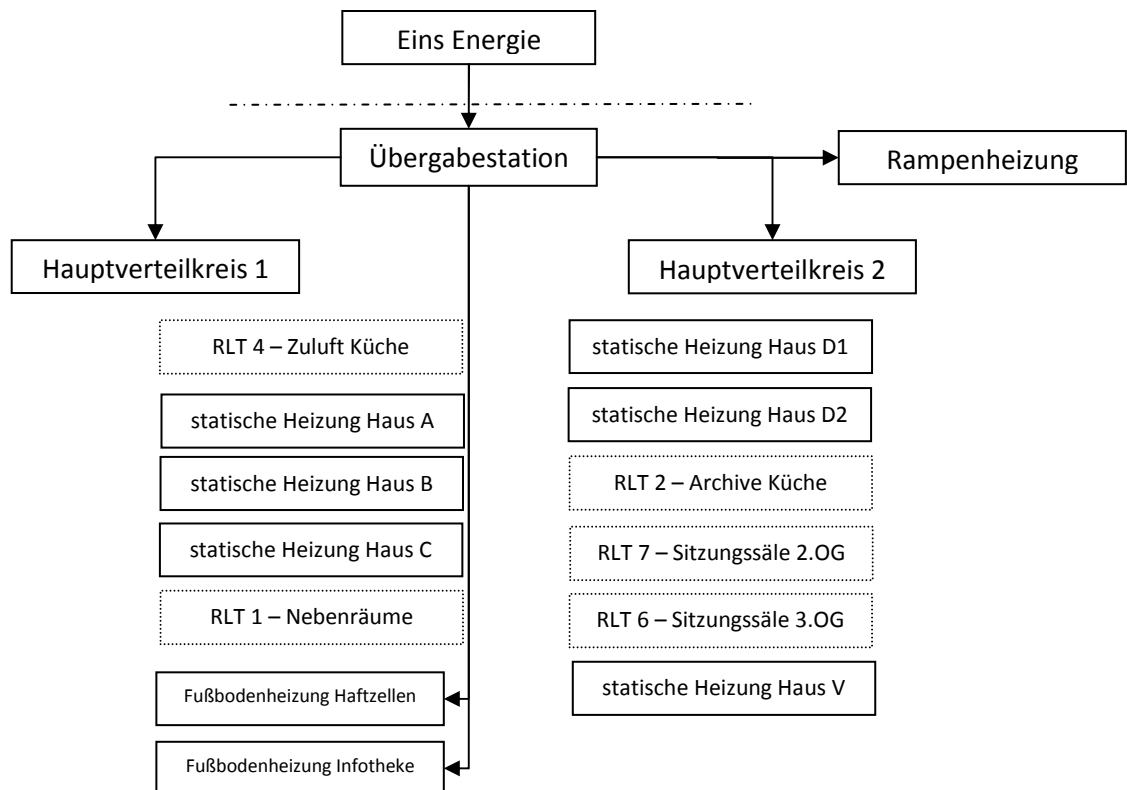


Abbildung 4 Struktur der Wärmeverteilung¹⁷

¹⁷ Eigene Darstellung.

Art der Raumnutzung	Art der Wärmeverteilung
<i>Raumheizflächen</i>	
Büroeinheiten	Platten - Ventilheizkörper
Nebenräume /nicht öffentliche Flure	Platten - Kompaktheizkörper
Beratungsräume /öffentliche Räume	Heizwände
Sitzungssäle, Beratungsräume, Cafeteria	Unterflurkonvektoren mit Gebläse
Magistrale - Fensterfassaden zum Innenhof	Konvektoren
Haftzellen / Infotheke EG	Fußbodenheizung
<i>Heizregister RLT</i>	
RLT 1,2,6 und 7	Heizregister als Rippenrohrwärmetauscher

Tabelle 2 Abnehmer der Wärmeversorgung

3.2.3 Strom

Die Nutzungsart des Gebäudes als Gerichts- und Verwaltungsgebäude weist bereits darauf hin, dass die Stromversorgung eine der größten Verbrauchsstellen während der Betriebsphase darstellt. Durch die Liberalisierung des Strommarktes, ende der 1990er Jahre, ist der Betreiber nicht an einen bestimmten Stromversorger gebunden. Die Einspeisung erfolgt, mit einer Anschlussleistung von 630 kVA, über einen Gebäudehauptverteiler (GHV). Dieser speist ein Allgemeinnetz (AN) und dessen Unterverteilungen, außerdem wird im Normalbetrieb ein Ersatznetz (EN) versorgt. Bei Spannungsunterbrechung wird das Ersatznetz über eine Netzersatzanlage notversorgt, um den Betrieb der Sicherheitssysteme und der Aufzüge sicher zu stellen.

Die Hauptverbraucher der Stromversorgung sind:

- Beleuchtung
- IT-Infrastruktur
- Gebäudetechnische Ausstattung

3.3 Public Private Partnership

3.3.1 Grundlagen PPP

In diesem Kapitel werden zuerst die allgemeinen Grundlagen und die Herkunft von PPP dargestellt. Da sich die Kooperationsform PPP nicht nur für den öffentlichen Hochbau eignet, sondern unter anderem auch für den Straßenbau, die Stadtentwicklung und Kulturprojekte angewandt wird, ist die Herleitung einer allgemeingültigen Definition sinnvoll. Dazu wird PPP in die Beschaffungsform Privatisierung eingeordnet. In einem weiteren Schritt wird untersucht, welche Kriterien erfüllt werden müssen, um eine allgemeine Definition für PPP auch im öffentlichen Hochbau anwenden zu können.

Herkunft PPP

Als Ursprung des PPP - Gedankens wird gemeinhin die Region Pittsburgh, USA genannt. Hier gründeten sich schon früh Initiativen aus Politik und Wirtschaft.¹⁸ Vertreter der Wirtschaft, Politik und Bildung erkannten, dass die einseitige Ausrichtung der Wirtschaft auf die Stahlindustrie und die damit verbundenen Umweltprobleme schnell in eine Krise führen können. Um dem entgegen zu wirken, gründete sich bereits 1943 die „Allegheny Conference on Community Development“, die sich der Aufgabe annahm, durch Verbesserung des Umweltschutzes und der Umstrukturierung der öffentlichen Infrastruktur den Wirtschaftsstandort für andere Branchen attraktiver zu gestalten, um so Schwankungen eines Wirtschaftszweiges auszuweichen.¹⁹ Diese Zusammenarbeit ist stark durch die gemeinsamen Ziele der verschiedenen Akteure geprägt und beschreibt eine Eigenschaft der Public Private Partnership. Ziel der „öffentlichen Seite“ war es, die Region vor Schwankungen zu schützen und somit Arbeitsplätze zu schaffen bzw. zu erhalten, die Umweltauswirkungen der Stahlindustrie zu begrenzen und insbesondere die Innenstadt wieder zu beleben. Die „privaten Partner“ partizipierten auf ähnliche Weise, da die Stabilisierung der wirtschaftlichen Struktur mit einer Sicherung der Umsätze einhergeht und die verbesserten Lebensbedingungen den Standort für gut ausgebildete Menschen attraktiver machten.²⁰ Auch die Zusammenarbeit in den Gremien und die damit verbundene Erleichterung der Kontaktaufnahme zu Entscheidungsträgern der öffentlichen Hand ist ein Effekt, der kein direktes Ziel der Initiative darstellt, aber an dieser Stelle erwähnt sein soll.

¹⁸ Vgl. Heinz 1993.

¹⁹ Vgl. Budäus 1997.

²⁰ Vgl. <http://www.alleghenyconference.org/ConferenceHistory.asp>.

PPP-Modelle wurden in der Folge zur Finanzierung und zur Erbringung öffentlicher Dienstleistungen auch in Großbritannien verwendet, haben dort aber einen größeren Umfang als die als PPP verstandenen Projekte in Deutschland. Es werden die Privatisierung öffentlicher Unternehmen mit Beteiligungen der öffentlichen Hand, der Verkauf von öffentlichen Dienstleistungen am Markt und PFI (Private Finance Initiative) Betreiberprojekte als PPP-Projekte zusammengefasst.²¹

PPP - Deutschland

In Deutschland ist eine Zusammenarbeit des öffentlichen Sektors mit den Privatunternehmen nicht ganz neu. Zwei Entwicklungen der 1990er Jahre begünstigten einen Paradigmenwechsel in der Versorgung der Bundesrepublik mit öffentlichen Dienstleistungen. Zum einen war die Bundesregierung im Zuge der Wiedervereinigung gezwungen auf Know-how aus der Privatwirtschaft zurück zu greifen. In den frühen 1990ern fehlte es den deutschen Kommunalverwaltungen an qualifiziertem Personal, um die Verwaltungen in den neu entstandenen Regierungsinstanzen im Ostteil der Republik aufzubauen. Zum anderen erhöhte sich der ohnehin schon hohe Steuerdruck der Kommunen durch die Wiedervereinigung noch weiter. Um dem Mangel an qualifiziertem Personal aus dem Weg zu gehen, bediente man sich vermehrt Unternehmensberatern, um deren Know-how zu nutzen.²² Die sinkenden Steuereinnahmen, Anfang bis Mitte der 1990er Jahre, zwangen die öffentlichen Verwaltungen immer mehr, sich nach alternativen Beschaffungsmodellen umzusehen, um ihren öffentlichen Auftrag weiter erfüllen zu können und die zur Verfügung stehenden Einnahmen effizienter zu nutzen. Dabei wirkte sich die Verflechtung der Kommunen mit Unternehmensberatern auf die Art der Beschaffungsvarianten aus. Das führte zu vermehrten Privatisierungen staatlichen Handelns.

3.3.2 Privatisierung als Basis von PPP

Unter Privatisierung wird im Allgemeinen die Neuordnung staatlicher Dienstleistungen unter Einbindung privater Wirtschaftssubjekte verstanden.²³ Dabei ist zwischen verschiedenen Arten der Privatisierung zu unterscheiden.

²¹ Alfén/Fischer in Praxishandbuch Public Private Partnership, 2005, Seite 4.

²² Vgl. Budäus 1997.

²³ Vgl. Alfén/Fischer in Public Private Partnership 2006.

Implizite Privatisierung

Die implizite Privatisierung umfasst die Deregulierung von bisher dem Staat vorbehaltenen Märkten und öffnet sie somit dem freien Markt für privatwirtschaftliche Mitbewerber. Diese Form der Privatisierung ist also kurz gesprochen die Herstellung der Möglichkeit zur Leistungserbringung aus dem privaten Sektor. Beispielhaft ist hier der Telefonsektor in Deutschland zu nennen.

Explizite Privatisierung

Im Gegensatz zur impliziten werden bei der expliziten Privatisierung tatsächlich vorhandene Betriebsmittel in private Unternehmensformen überführt, bei denen der Staat entweder 100% Anteilseigner bleibt oder sie an private Unternehmen, wie strategische Investoren, verkauft. Der erste Fall bildet die formale Privatisierung, der zweite die materielle Privatisierung. Die Vergabe von hoheitlichen Aufgaben an private Unternehmen wird in diesem Zusammenhang ebenfalls als explizite Privatisierung verstanden und bildet nach Alfen und Fischer die funktionale Privatisierung.²⁴

Einordnung von PPP in Privatisierung

Der Begriff

„Public Private Partnership bezeichnet eine dauerhafte Kooperation zwischen öffentlichen Verwaltungsträgern und erwerbswirtschaftlichen Unternehmen zur Erfüllung kommunaler Aufgaben, in die beide Sektoren spezifische Ressourcen (z. B. Kapital, Rechte, Informationen, Know-how) einbringen, um komplementäre oder kongruente Ziele zu erreichen und gleichberechtigt Chancen und Risiken zu tragen.“²⁵

Durch die Definition von Budäus wird klar, dass die PPP keiner der oben genannten Formen von Privatisierung zugeordnet werden kann. Vielmehr ist PPP eine Mischform aus funktionaler Privatisierung, also das Übertragen von Teilleistungen und materieller Privatisierung, dem Beteiligungsverhältnis innerhalb der Gesellschaftsform. Abbildung 5 schafft hier noch einmal einen Überblick. Wie oben definiert, ist PPP eine Beschaffungsalternative für die öffentliche Hand. Die von Budäus gefundene Definition ist aber aufgrund der vorhergesehenen gleichberechtigten Risikoallokation und der

²⁴ Vgl. Alfen/Fischer in Public Private Partnership 2006.

²⁵ Budäus 2004.

Herkunft aus der Stadtentwicklung ungeeignet, um sie auch auf den Hochbau anzuwenden. Sie stellt daher eine allgemeine Definition von Public Private Partnerships dar.

Privatisierungstyp		Beschreibung
explizite	Betriebe	implizite Deregulierung von Staatsmonopolen
		formale Überführung zu privatrechtlicher Gesellschaftsform bei 100% Anteilseigentum des Staates
		funktionale Outsourcing / Vergabe von: - Teilleistungen im Rahmen von Planung, Bau, Finanzierung, Erhaltung/Betrieb, ggf. Verwertung
	Aufgaben	- Lebenszyklusprojekten
		materielle Übergang von Eigentums- / Bereitstellungsfunktion
		Voll - Börseneinführung - Verkauf an strategischen Investor
Betriebe	Teil	Gesellschaften mit öffentlichen und privaten Partnern (mit unterschiedlichen Beteiligungsverhältnissen)

Abbildung 5 Einordnung von PPP in Privatisierung in Anlehnung an Alfen/Fischer 2006²⁶

3.3.3 PPP im öffentlichen Hochbau

Wie im letzten Abschnitt festgestellt wurde, werden für eine Definition von PPP im öffentlichen Hochbau neben den allgemeinen Merkmalen von Budäus noch weitere Spezifikationen benötigt. Hier findet die Beratergruppe „PPP im öffentlichen Hochbau“ folgende Formulierung:

„PPP kann man abstrakt beschreiben als langfristige, vertraglich geregelte Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben, bei der die erforderlichen Ressourcen (z.B. Know-how, Betriebsmittel, Kapital, Personal) in einen gemeinsamen Organisationszusammenhang eingestellt werden und vorhandene Projektrisiken

²⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Alfen/Fischer in Public Private Partnership 2006; Seite 9.

entsprechend der Risikomanagementkompetenz der Projektpartner angemessen verteilt werden.²⁷

Ebenso wie Christen im „PPP-Handbuch“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)²⁸ erweitert auch die Beratergruppe „PPP im öffentlichen Hochbau“²⁹ in ihren weiteren Ausführungen die gefundene Definition um den Lebenszyklusansatz, der über eine ganzheitliche Betrachtung die Optimierung des Projektes und damit die aus der Zusammenarbeit beider Sektoren erhofften Effizienzgewinne ermöglicht.

Anhand dieser Definition lassen sich die zentralen Eigenschaften einer PPP im öffentlichen Hochbau erkennen:

- vertraglich geregelte Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft
- Langfristigkeit
- Einbringung spezifischer Ressourcen
- Verteilung der Projektrisiken nach Risikomanagementkompetenz (Risikoallokation)
- Lebenszyklusorientierung

Vertraglich geregelte Zusammenarbeit

In Deutschland haben sich, aufgrund der Standardisierungsbemühungen seitens der öffentlichen Hand, verschiedene Vertragsmodelle herausgebildet, die sich nur in den Eigentumsverhältnissen vor, während und nach der Vertragslaufzeit wesentlich unterscheiden. Grundlegend für alle Vertragsmodelle ist, dass sie von beiden Parteien freiwillig eingegangen werden und sie keine starren Konstrukte darstellen.³⁰ Vielmehr stellen sie eine Art Grundskelett dar, welches aufgrund der langen Vertragslaufzeiten projektspezifisch entwickelt werden muss.

²⁷ Vgl. ebenda.

²⁸ Vgl. Christen in PPP-Handbuch (BMVBS); 2009; Seite 9.

²⁹ Vgl. Beratergruppe „PPP im öffentlichen Hochbau“; Band 1: Leitfaden; Seite 2f.

³⁰ Vgl. Kühlmann: „Systematik und Abgrenzung von PPP-Modellen und Begriffen“; In: Andreas Pfnür, Arbeitspapiere zur Immobilienwirtschaftlichen Forschung und Praxis, Band Nr. 5.; 2006.

Erwerbermodell (I)

Bei dem PPP-Erwerbermodell geht das Eigentum an Grundstück und Gebäude nach der Vertragslaufzeit an die öffentliche Hand über. Dies wird durch das zu zahlende Entgelt über die Vertragslaufzeit abgegolten.

Leasingmodell (II)

Das PPP-Leasingmodell und das PPP-Vermietungsmodell unterscheiden sich dadurch, dass zwar in beiden Modellen der private Auftragnehmer während der Vertragslaufzeit Eigentümer an Grundstück und Gebäude ist, jedoch beim Leasingmodell ein vorher festgelegter Restwert der Immobilie nach Ende der Vertragslaufzeit zu zahlen ist.

Vermietungsmodell (III)

Der zu zahlende Betrag für den Erwerb der Immobilie richtet sich beim PPP-Vermietungsmodell nach dem zu erzielenden Verkehrswert am Ende der Vertragslaufzeit. Eine Kaufverpflichtung für den Auftraggeber besteht nicht, er kann sich lediglich eine Kaufoption sichern. Der Auftragnehmer kommt somit beim Vermietungsmodell nicht umhin, auf die Marktgängigkeit bzw. die Umnutzungsmöglichkeiten des Objektes während der Planungsphase zu achten.

Inhabermodell (IV)

Ist eine Nutzung nach Vertragslaufzeit vorgesehen oder aufgrund der Ausführung als Sonderimmobilie (Hörsaalgebäude, Gerichtsgebäude, Bibliotheken etc.) die Verwertung der Immobilie schwierig zu realisieren, so kommt neben dem Erwerbermodell auch das PPP-Inhabermodell infrage. Hierbei ist die öffentliche Hand vor, während und nach der Vertragslaufzeit Eigentümer des Grundstücks und der Immobilie. Die Errichtungskosten bzw. Sanierungskosten werden beim Inhabermodell über das Entgelt abgegolten.

Contractingmodell (V)

Vergleichbar mit dem Inhabermodell ist das PPP-Contractingmodell, das sich jedoch nicht auf ein Gebäude bezieht, sondern nur auf eine Anlage innerhalb einer Immobilie der öffentlichen Hand. Bei Errichtung der Anlage geht das Eigentum an die öffentliche Hand über. Die Amortisation erfolgt jedoch nicht, wie beim Inhabermodell über festgelegte Entgelte, vielmehr werden hier eventuelle Energieeinsparungen oder andere Mengen für die Vergütung herangezogen.

Konzessionsmodell

Im Rahmen eines PPP-Konzessionsmodells führt der Auftragnehmer eine Bauleistung auf einem Grundstück des Auftraggebers oder auf eigenem Grund aus oder übernimmt eine Dienstleistung. Durch diese Leistung erwirbt er das Recht, die ausgeführte Leistung bei Dritten beispielsweise durch Gebühren zu finanzieren.³¹

Der Verfasser verfolgt nicht die Ansicht der Beratergruppe – „PPP im öffentlichen Hochbau“, wonach das Konzessionsmodell ein grundsätzlich eigenständiges PPP-Modell³² ist, da dies als eine Finanzierungsform über Drittnutzer gesehen wird und mit den genannten Grundmodellen kombinierbar ist. Bei Gegenüberstellung der einzelnen Modelle ist zu erkennen, dass mit jedem der vorgenannten Vertragsmodelle große Schnittmengen bestehen.

Diese fünf Grundmodelle sind mit dem Gesellschaftermodell verknüpfbar, bei dem die Partner gemeinsam eine eigene Projektgesellschaft gründen und sich somit das Risiko einer Insolvenz teilen.³³

		Vertragsmodell I PPP-Erwerbermodell	Vertragsmodell II PPP-Leasingmodell	Vertragsmodell III PPP-Leasingmodell	Vertragsmodell IV PPP-Inhabermodell	Vertragsmodell V PPP-Contractingmodell
Grundlagen	Vertragsobjekt	Neubau	Neubau	Neubau	Neubau/Sanierungsobjekt	Einbau/Optimierung (technische Anlagen (-teile))
	Laufzeit (Jahre)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	15 - 20 (ggf. auch länger)	5 - 15
	Planung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Bau	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Finanzierung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Aufgabenbereich des AN	Eigentum am Vertragsobjekt während der Laufzeit	AN	AN	AN	AG	AG
	Betrieb/Facility Management	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Eigentumsübergang der Vertragsobjekte auf AG nach Vertragslaufzeit	Ja	Nein (ggf. bei Ausführung einer Kaufoption)	Nein (ggf. bei Ausführung einer Kaufoption)	Ja	Ja
	Entgelt zur deckung von:					
	sämtlichen Investitionskosten	Ja (Abzahlung)	Nein (Teilamortisation)	Nein (Miete)	Ja (Vergütung)	Ja (hier jedoch nicht fester monatlich Betrag sondern eingesparte bzw. verbrauchte Mengen)
Aufgabenbereich des AG	Betreiberkosten, sonstige Betriebskosten, Risikozuschlag, Gewinnmarge	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Entgelt für Eigentumserwerb	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein

Abbildung 6 Übersicht über die PPP-Grundmodelle³⁴

³¹ Vgl. Beratergruppe „PPP im öffentlichen Hochbau“; Band 2: Rechtliche Rahmenbedingungen; S. 20f.

³² Vgl. Beratergruppe „PPP im öffentlichen Hochbau“; Band 2: Rechtliche Rahmenbedingungen; S. 20f.

³³ Vgl. Fischer – „Lebenszyklusorientierte Projektentwicklung öffentlicher Immobilien als PPP – ein Value-Management-Ansatz“; Dissertation; Universität Weimar; 2008.

³⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Beratergruppe „PPP im öffentlichen Hochbau“; Band 2: Rechtliche Rahmenbedingungen; S. 20f.

Langfristigkeit

Die Langfristigkeit der Partnerschaften ergibt sich aus mehreren Gründen. In erster Linie ist die angestrebte Lebenszyklusorientierung zu nennen, die sich nicht über die technische Nutzungsdauer erstreckt, sondern vielmehr der wirtschaftlichen Nutzungsdauer der Immobilie entspricht. Die wirtschaftliche Nutzungsdauer einer Immobilie endet meist dann, wenn die Verzinsung der Nachfolgeinvestition die Verzinsung der Investition übersteigt. Die sich daraus ergebenden Vertragslaufzeiten von nicht selten mehr als 20 Jahren, sind auch durch die hohen Projektvolumina begründet, die sich aus der Bautätigkeit im öffentlichen Hochbau ergeben. Nach Berechnungen des Hauptverbandes der deutschen Bauindustrie belief sich das durchschnittliche Projektvolumen von PPP-Projekten, die von 2002 bis November 2010 in Deutschland ausgeführt wurden, auf 27,3 Millionen Euro. (Tabelle 3).³⁵ Dies lässt erkennen, dass sich die Tilgungen auf einen langen Zeitraum erstrecken müssen.

Ein weiterer Grund ist das gesteigerte Interesse der privaten Partner an langfristig gesicherten Mittelzuflüssen. Daher ist die Privatwirtschaft bestrebt, den Betrieb der Gebäude zu realisieren bzw. im eigenen Unternehmen zu halten. Der privatwirtschaftliche Betrieb der Immobilien liegt auch im Interesse des öffentlichen Partners, der sich damit weitere Effizienzvorteile erhofft, da die Privatwirtschaft meist mehr Erfahrung im wirtschaftlichen Betrieb von Gebäuden besitzt.

Jahr	2002/2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Nov 10	Gesamt
Anzahl	2	12	14	22	33	24	27	25	159
Volumen in Mio	65 €	345 €	455 €	580 €	885 €	715 €	760 €	535 €	4.340 €
durchschnittliches Volumen/Projekt in Mio	32,50 €	28,75 €	32,50 €	26,36 €	26,82 €	29,79 €	28,15 €	21,40 €	27,30 €

Tabelle 3 Durchschnittliches Projektvolumen³⁶

Spezifische Ressourcen

Dem PPP-Gedanken liegt weiterhin zugrunde, dass jeder Partner spezifische Ressourcen in das Projekt einbringt. Das können insbesondere beim öffentlichen Partner verschiedene Dinge wie Grundstücke, Fördermittel, Know-how bei Genehmigungsverfahren oder spezielle hoheitliche Befugnisse sein.

Der private Partner bringt vor allem Kapital und seine projektspezifischen Kompetenzen mit in die Partnerschaft ein. Im öffentlichen Hochbau sind das vorwiegend seine Erfahrungen in lebenszyklusorientierter Planung, Bau und Betrieb von Immobilien.

³⁵ Vgl. www.ppp-plattform.de abgerufen am 02.01.2011.

³⁶ Eigene Berechnungen; Quelle: Hauptverband der deutschen Bauindustrie.

Risikoallokation

Der Begriff Risikoallokation beschreibt im Allgemeinen die Zuteilung von Risiken zu ihren Risikoträgern. Bei PPP-Projekten werden diese Risiken demjenigen Partner zugewiesen, der für das spezifische Risiko die höchste Risikomanagementkompetenz inne hat.³⁷

In der Projektmanagementtheorie wird das Risiko als Faktor aus Eintrittswahrscheinlichkeit und seinen Folgen definiert.³⁸ Da sich die Eintrittswahrscheinlichkeiten bei andauernder Laufzeit aufsummieren und somit die Wahrscheinlichkeit des Eintritts anwächst, ist eine Allokation der Projektrisiken ein entscheidender Erfolgsfaktor für PPP-Projekte.

Die Risiken, die für ein PPP-Projekt typisch sind, lassen sich in 5 Risikoklassen aufteilen:

- Planungsrisiko
- Baurisiko
- Betriebsrisiko
- Finanzierungsrisiko
- Verwertungsrisiko

Planungsrisiko

Hierbei trägt der Auftragnehmer das Risiko, dass seine Planung der Leistungsbeschreibung des Auftraggebers entspricht und nach diesen Maßgaben realisierbar ist.

Baurisiko

Das Baurisiko beschreibt, dass der Auftragnehmer das Risiko für eine rechtzeitige und mängelfreie Erstellung bzw. Sanierung des Projektgegenstandes gemäß Leistungsbeschreibung trägt.³⁹

Betriebsrisiko

Während des Betriebs trägt der Auftragnehmer das Risiko, dass das vereinbarte Entgelt neben fixen Kosten und Gewinnmarge auch die Kosten für die Instandhaltung und die variablen Kosten des Betriebs, insbesondere Energiekosten, deckt.

³⁷ Vgl. Schede/Pohlmann in Weber, Schäfer, Hausmann; Praxishandbuch Public Private Partnership; S.106.

³⁸ IEC 62198:2001.

³⁹ Vgl. Beratergruppe „PPP im öffentlichen Hochbau“; Band 2: Rechtliche Rahmenbedingungen; S.19.

Dem Auftraggeber wird das Risiko der Zerstörung oder Unbenutzbarkeit des Vertragsgegenstandes sowie das Risiko der nachträglichen Verschlechterung seines Zustandes übertragen.⁴⁰

Finanzierungsrisiko

Die Finanzierungsrisiken sind weniger klar verteilt. Zum einen trägt zwar der Auftraggeber alle Risiken, die mit den variablen Kostenelementen der Entgeltkalkulation für Planung, Bau und Betrieb, hier vor allem das Zinsänderungsrisiko zusammenhängen. Zum anderen kann aber auch vereinbart werden, dass der Auftraggeber dieses Risiko durch die Übernahme von allgemeinen Preissteigerungen, Inflation oder Lohnsteigerungen übernimmt.⁴¹

Verwertungsrisiko

Die Verwertungsrisiken sind je nach Modell unterschiedlich aufgeteilt. Bei denjenigen Risiken, bei denen der Auftragnehmer nach Ende der Vertragslaufzeit Eigentümer des Projektgegenstandes ist, übernimmt er von Anfang an das Risiko einer wirtschaftlich sinnvollen Nachnutzung bzw. wirtschaftlichen Verwertung.

Bei den Modellen, bei denen der Auftraggeber seine Kaufoption wahrnimmt, besteht das Risiko, dass die Immobilie oder die Anlage innerhalb des Contractingmodells nicht dem vor Vertragslaufzeit festgelegtem Wert entspricht (Marktrisiko). Vica versa gilt dies natürlich auch für den Auftragnehmer.⁴²

		Vertragsmodell I PPP-Erwerbermodell	Vertragsmodell II PPP-Leasingmodell	Vertragsmodell III PPP-Leasingmodell	Vertragsmodell IV PPP-Inhabermodell	Vertragsmodell V PPP-Contractingmodell
Risikoverteilung	Planungsrisiko	AN	AN	AN	AN	AN
	Baurisiko	AN	AN	AN	AN	AN
	Betriebsrisiko	AN	AN	AN	AG	AG
	Finanzierungsrisiko	AN/AG	AN/AG	AN/AG	AN/AG	AN/AG
	Verwertungsrisiko	AG	AN (AG bei Kaufoption)	AN (AG bei Kauoption)	AG	AG

Abbildung 7 Übersicht Risikoverteilung⁴³

⁴⁰ Vgl. Beratergruppe „PPP im öffentlichen Hochbau“; Band 2: Rechtliche Rahmenbedingungen; S.19.

⁴¹ Vgl. Schede/Pohlmann in Weber, Schäfer, Hausmann; Praxishandbuch Public Private Partnership; S.106.

⁴² Vgl. Schede/Pohlmann in Weber, Schäfer, Hausmann; Praxishandbuch Public Private Partnership; S.106.

⁴³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Beratergruppe „PPP im öffentlichen Hochbau“; Band 2: Rechtliche Rahmenbedingungen; S. 20f.

Lebenszyklusorientierung

Der Lebenszyklus einer Immobilie besteht aus den Phasen Planen, Bauen, Nutzung und Verwertung, es kann von einem Gesamtlebenszyklus gesprochen werden.⁴⁴ Durch diese Betrachtung des Gesamtlebenszyklus, werden schon in der Planungsphase die Folgekosten der Investition betrachtet. Somit wird von vornherein versucht, die Kosten für den Betrieb und ggf. die Verwertung zu beeinflussen, in dem man in der Planungsphase auf effiziente Bauplanung und Gebäudeausstattung achtet. Dies ist möglich, da bei PPP-Projekten die Planung, der Bau, die Finanzierung, der Betrieb und ggf. die Verwertung dem privaten Auftragnehmer übergeben wird und somit diejenigen Faktoren, die die Kosten im Lebenszyklus einer Immobilie am meisten beeinflussen, aus einer Hand gesteuert werden. Der öffentliche Auftraggeber hat hier nur die Qualitäten durch die Outputspezifikation festgelegt.

3.4 Charakteristik der Vertragsform PPP im Justizzentrum Chemnitz

3.4.1 Vertragspartner

Freistaat Sachsen

Der Freistaat Sachsen ist endvertreten durch den Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement, folgend SIB. Der SIB ist somit der öffentliche Auftraggeber und Vertragspartner, in allen dieses Projekt betreffenden Verträgen.

Projekt- und Betriebsgesellschaft Justizzentrum Chemnitz

Die Projekt- und Betriebsgesellschaft Justizzentrum Chemnitz GmbH (PBJC), tritt während der gesamten Projektlaufzeit als Vertragspartner, gegenüber dem öffentlichen Auftraggeber, auf. Während der einzelnen Phasen waren zwei Eigentumsstrukturen zu erkennen. Zum Zeitpunkt der Planung und Erstellung war das Unternehmen in Mischbesitz zwischen Bilfinger Berger Hochbau AG und HSG technischer Service GmbH. Bei Betriebsbeginn übernahm die HSG Zander GmbH, vormals HSG technischer Service GmbH, die Projektgesellschaft als alleiniger Gesellschafter.

Um das umfangreiche Vertragswerk abzubilden, wird der Inhalt der unterschiedlichen Bestandteile in zwei Teilen dargestellt. Zum einen der vertragsrechtliche Teil, in dem die

⁴⁴ Vgl. Fischer – „Lebenszyklusorientierte Projektentwicklung öffentlicher Immobilien als PPP – ein Value-Management-Ansatz“; Dissertation; Universität Weimar; 2008.

Aufgaben und Pflichten der Vertragsparteien erklärt werden, zum anderen wird das Finanzierungsmodell abgebildet.

3.4.2 Vertragsrechtliche Form

Nutzungsrecht- und Nutzungsüberlassungsvertrag

Zur Durchführung des Vorhabens hat der SIB der Projektgesellschaft ein unentgeltliches Nutzungsrecht für das Grundstück und das darauf zu errichtende Gebäude eingerichtet. Im Gegenzug räumt die Projektgesellschaft dem SIB eine entgeltliche Nutzungsüberlassung für das darauf errichtete Gebäude und Inventar ein. Die Zeit des Nutzungsrechts beträgt 20 Jahre, beginnend mit der Unterschrift unter den Vertrag und verlängert sich um die Zeit, die zwischen der Unterzeichnung und Beginn der Nutzungsüberlassung liegt. Somit ist rechtlich gesichert, dass auf fremden Grund ein Bauwerk durch den Auftragnehmer errichtet werden kann.

Der Vertrag regelt weiterhin das Entgelt und dessen Wertsicherung für die Betriebsphase des Gebäudes. Dieses Entgelt ist in 11 Bestandteile unterteilt und enthält unter anderem die Kosten der Instandhaltung und den Betrieb der baulichen und technischen Anlagen, die Medienver- und Entsorgung, Personalkosten für Betrieb und Reinigung.⁴⁵

Bau- und Generalunternehmervertrag

Dieser Vertrag regelt das Bauvorhaben an sich. Grundlage hierfür sind der Nutzungsrecht- und Nutzungsüberlassungsvertrag, die Outputspezifikation, der Forderungskaufvertrag, die Stundungsvereinbarung und der Einredeverzicht. Vertragspartner sind wieder der Freistaat Sachsen, vertreten durch den SIB, und die Projekt und Betreibergesellschaft Justizzentrum Chemnitz, in der Struktur der Planungs- und Bauphase.

Facility-Management-Vertrag

In diesem Vertrag werden die eigentlichen Aufgaben des Auftragnehmers während der Betriebsphase festgelegt. In den Annexen des Vertrages werden diese präzisiert und gelten als Grundlage für das Betriebsregime des Gebäudes über die Laufzeit von 20 Jahren.

⁴⁵ Aufzählung nicht vollständig.

Weiterhin ist hier die Malus-Regelung festgeschrieben, die dem Auftraggeber bei Schlechtleistung durch den Auftragnehmer ermächtigt, das Entgelt für den jeweiligen Teil des Entgeltes zu mindern. Eine Bonus-Regelung besteht nicht.

Forderungskaufvertrag

In diesem Vertrag verkauft die Projektgesellschaft die aus der Erstellung des Gebäudes entstandene Werklohnforderung an die finanzierende Bank. Sie refinanziert also die Bauleistung in einem Betrag, nach Abnahme der Werkleistung. Mitbestandteil dieses Vertrags sind wiederum der Nutzungsrecht- und Nutzungsüberlassungsvertrag, der Bau- und Generalunternehmervertrag und der Facility-Management-Vertrag.

Stundungsvereinbarung

Mit dieser Vereinbarung stundet die Bank dem Freistaat Sachsen die aus dem Bauvorhaben entstandene und an die Bank verkaufte Werklohnforderung. In der Stundungsvereinbarung werden der Tilgungsplan, der Kapitaldienst und die Zinsbindung festgelegt.

Einredeverzichterklärung

Der Verzicht der Einrede wirkt wie eine Bürgschaft und macht das Darlehen, das aus dem Forderungsverkauf an die Bank entstanden ist, zu einer Art Kommunalkredit. Der Verzicht der Einrede bedeutet, dass der Freistaat bei einer evtl. Wertminderung des Projektgegenstandes oder Schlechtleistung auf die Minderung der Amortisation verzichtet. Der Auszahlungsbetrag an die Bank ist damit faktisch garantiert.

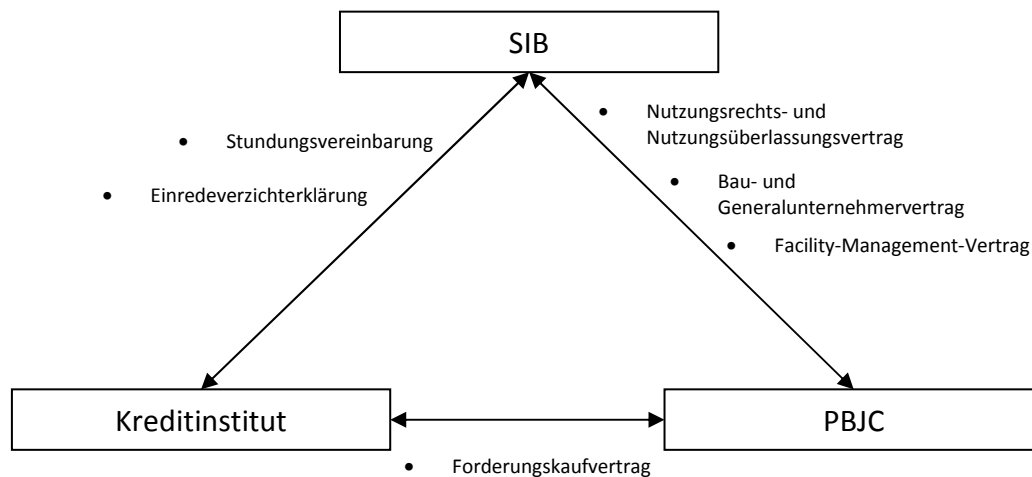


Abbildung 8 Vertragsstruktur PPP-Projekt Justizzentrum Chemnitz⁴⁶

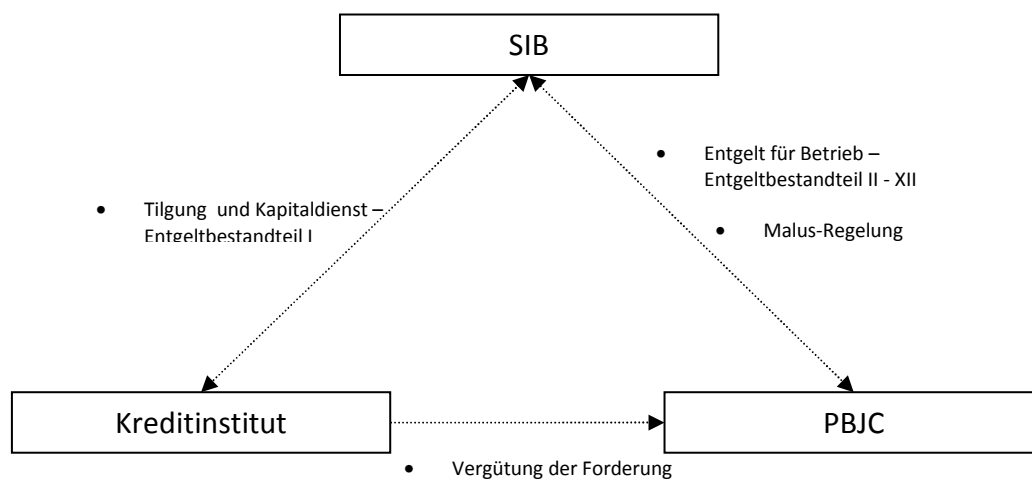


Abbildung 9 Finanzierungsstruktur PPP-Projekt Justizzentrum Chemnitz⁴⁷

Outputspezifikation

Die Outputspezifikation ist der Kern einer ergebnisorientierten Leistungsbeschreibung des Auftraggebers und Teil der Ausschreibungsunterlagen. Sie beinhaltet die gewünschten Qualitäten und legt Kennzahlen fest, die bei Bau und Betrieb vom Auftragnehmer einzuhalten sind. Sie beschreibt somit, im Gegensatz zur

⁴⁶ Eigene Darstellung.

⁴⁷ Eigene Darstellung.

funktionsorientierten Leistungsbeschreibung, „Was“ erreicht werden soll, ohne vorzuschreiben, „Wie“ es erreicht werden soll und wahrt damit den Gedanken, dass bei einem PPP-Projekt Effizienzgewinne auch durch die kreativen Lösungsansätze der Privatwirtschaft zu erzielen sind. Sie ist Teil der Ausschreibung und ist bei Auftragserteilung Vertragsbestandteil geworden.⁴⁸

Da der Freistaat Sachsen während der gesamten Projektlaufzeit und darüber hinaus Eigentümer des Grundstückes und des Gebäudes ist, wird das Vertragsmodell als Eigentümermodell charakterisiert.

⁴⁸ Vgl. Fischer – „Lebenszyklusorientierte Projektentwicklung öffentlicher Immobilien als PPP – ein Value-Management-Ansatz“; Dissertation; Universität Weimar; 2008, Seite 99.

4 Istanalyse Energiemanagement Justizzentrum Chemnitz

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der aktuellen Anwendung von Energiemanagement im Justizzentrum Chemnitz. Dazu wird der Prozess in die Struktur der HSG Zander GmbH eingeordnet und die Notwendigkeit für Energiemanagement im Justizzentrum Chemnitz erklärt. Unter Punkt 4.3 wird der Prozess auf Objektebene abgebildet. Der Punkt Neubau nach GEFMA 124-1 wird nicht betrachtet, da sich das Objekt bereits in der Betriebsphase befindet und sich das Energiemanagement in der Planungs- und Errichtungsphase nicht mehr nachvollziehen lässt.

4.1 Energiemanagement der HSG Zander GmbH

Der Prozess Energiemanagement folgt der in der Unternehmensdarstellung (Abbildung 2, Kapitel 2.1) abgebildeten Struktur. Die Stabsstelle „Center of Competence Energy & Sustainability“ ist dabei der zentrale Ansprechpartner für die Regionalgesellschaften und hat eine überwachende Funktion im Regelbetrieb des Energiemanagements. Es verfügt wiederum über eine Linienorganisation und eine Projektorganisation.

Linienorganisation

Die für den Regelbetrieb installierte Linienorganisation hat die Aufgabe, das in den Regionen und Objekten durchzuführende Energiemanagement zu überwachen und zu unterstützen. Dies umfasst viele Gesichtspunkte wie:

- Auswertung von Reports der einzelnen Medienverbräuche
- Implementieren des computergestützten Energiemanagementsystems
- Unterstützen der Nutzer des computergestützten Energiemanagementsystems
- Identifizieren und vermitteln von Best Practice Ansätzen aus den einzelnen Regionen
- Identifizierung von eventuellem Verbesserungspotenzial in den Objekten
- Implementierung des Energiemanagements in neuen Objekten

Strukturell ist die Linienorganisation auf einer Ebene ausgerichtet. Neben dem Energiebeauftragten in der Regionalgesellschaft, der die Verantwortung für den Prozess Energiemanagement nach GEFMA 12 trägt, ist dem Objekt ein Energy Analyst zugeordnet, der die Verbrauchsdaten, die aus dem computergestützten

Energiemanagementsystem und den Reports der Objekte stammen, ständig analysiert und überwacht. Somit ist dem Ansatz der stetigen Verbesserung Sorge getragen. Dies stellt jedoch unterstützende Prozesse dar, da die Maßnahmen nur von dem vor Ort eingesetzten Personal abgeleitet werden können. Das Energiemanagement während der Betriebsphase nach GEFMA 124-1 wird im folgenden Kapitel am Beispielobjekt dargestellt.

Projektorganisation

Die zweite Organisationsform innerhalb des Center of Competence gewährleistet, dass erkannte Einspar- und Optimierungspotenziale, die durch Umrüstung der gebäudetechnischen Anlagen zu realisieren sind, umgesetzt werden. Dazu bedienen sich die Stellen der Linienorganisation der m+p Gruppe⁴⁹ als Projektteam. Diese führt als Commissioning⁵⁰ Team vor Ort Anlagenoptimierung, Überprüfung der Betriebsweisen und Mitarbeiterunterweisung durch. Der Commissioning Manager überprüft in einem ständigen Überwachungsprozess den Erfolg der durchgeführten Maßnahmen und optimiert diese gegebenenfalls weiter.

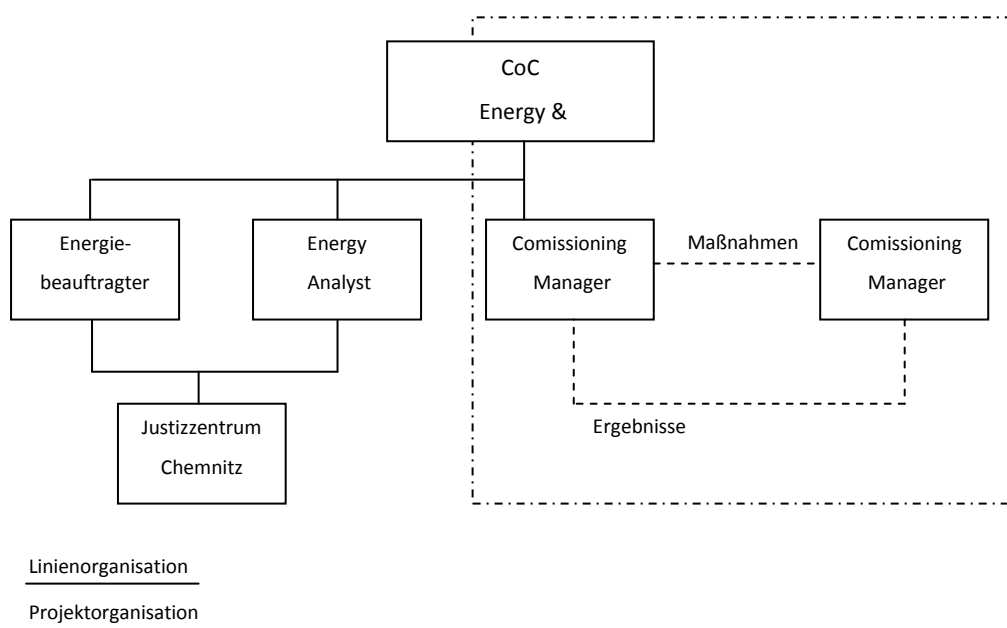


Abbildung 10 Organisationsstruktur CoC Energy & Sustainability⁵¹

⁴⁹ m+p management GmbH.

⁵⁰ Comissioning – engl. für Inbetriebnahme.

⁵¹ Eigene Darstellung.

Energiemanagement auf Objektebene

Durch das geringe Gebäudealter und die damit noch gültigen Lieferverträge für Medien, wird der Punkt Neubau bzw. Beschaffung im aktuellen Ablauf nicht betrachtet. Die weiteren Schritte werden in der folgenden Istanalyse betrachtet.

4.2 Notwendigkeit für Energiemanagement im Justizzentrum Chemnitz

Energiemanagement ist mit einem nicht unerheblich organisatorischen, technischen und dadurch wirtschaftlichen Aufwand verbunden. Daher wird in diesem Absatz die Notwendigkeit für Energiemanagement auf der Seite des Betreibers geklärt.

4.2.1 Vertragliche Notwendigkeit

Eine vertragliche Notwendigkeit für ein aktives Energiemanagement ergibt sich explizit aus mehreren Punkten im Facility Management Vertrag, dem Teil B des Nutzungsrecht- und Nutzungsüberlassungsvertrags, deren gemeinsamer Anlage „wirtschaftliche Angebotszusammenfassung“ und den darin festgelegten Entgelten.

Facility Management Vertrag

Der Facility Management Vertrag regelt die grundsätzlichen Aufgaben des Auftragnehmers und legt die Verbrauchsgrenzen für die Medien fest. Die für den Energiemanagementprozess entscheidenden Bestandteile sind:

- Stromversorgung
- Energieversorgung für Heizung und Warmwasser
- Trink- und Brauchwasserversorgung
- Wartung
- Inspektion
- Betreiben der technischen Anlagen

und unter sonstige Aufgaben das Energiemanagement.

In der „Anlage –Verbrauchswerte“ des Vertrags sind, für die vom Auftraggeber zu vergütenden Medien, Werte festgelegt:

Stromverbrauch:	850.000 KWh/a
Fernwärmebedarf:	1.350 MWh/a
Wasserverbrauch:	1.910 m ³ /a

Die Wertsicherung der Vergütung erfolgt über indexierte Wertsicherungstabellen, die als Vertragsbestandteil in der wirtschaftlichen Angebotszusammenfassung hinterlegt sind.

Nutzungsrecht- und Nutzungsüberlassungsvertrag

Besonderes Augenmerk liegt hier auf §13 Punkt 9a, der die Anpassung des Entgeltes regelt. Der Absatz cc legt fest, dass der Auftraggeber die Mehrkosten, die sich aus Nutzungsänderungen ergeben, durch das Entgelt ausgleicht. Kostensenkungen sind durch Reduzierung auszugleichen. Im darauf folgenden Absatz dd wird vereinbart, dass der Auftragnehmer auch die Rahmenverträge des Freistaates Sachsen zur Energielieferung nutzen kann. Die daraus entstehenden Preisvorteile gegenüber der Angebotskalkulation müssen aber an den Freistaat zurückgegeben werden. Darüber hinaus wird festgeschrieben, dass alle Einsparungen, die sich durch technische Änderungen ergeben, hälftig unter den Vertragsparteien geteilt werden. Nach 2 Jahren Vertragslaufzeit ist durch den Betreiber ein Verbrauchsbericht des Stromverbrauchs zu erstellen. Sollten sich hieraus Minderungen des Stromverbrauchs ergeben, wird der Vertragswert aus der Angebotsphase nach unten angepasst.

4.2.2 Wirtschaftliche Notwendigkeit

Durch die Festschreibung der Verbrauchswerte im Facility Management Vertrag wird für den Betreiber ein starker Anreiz geschaffen, durch Energiemanagement, diese Werte zumindest einzuhalten. Erst nach Abschluss des zweiten Betriebsjahres ergibt sich für den Betreiber ein Nutzen aus Verbrauchersparnissen, die sich aus non-investiven Maßnahmen ergeben, da sich die festgeschriebenen Verbrauchsgrenzen nicht mehr ändern. Ein weiterer Vorteil aus der Vertragsgestaltung ergibt sich für den Betreiber daraus, dass nur Einsparungen an den Auftraggeber weitergereicht werden müssen, die sich aus verbesserten Einkaufsbedingungen der Rahmenverträge des Freistaates Sachsen

ergeben. Dadurch tragen günstige Vertragskonditionen, bei in eigenem Namen abgeschlossenen Lieferverträgen, voll zur Wirtschaftlichkeit des Projektes bei.

Aufgrund der Eigentumsverhältnisse des Objektes ist dem Betreiber nach Ablauf der Zweijahresfrist daran gelegen, den Verbrauch durch technische Maßnahmen weiter zu senken, da die Investitionskosten, eine Genehmigung durch den Auftraggeber vorausgesetzt, vom Eigentümer getragen werden können, die finanziellen Vorteile jedoch hälftig geteilt werden.

4.3 Energiemanagement Justizzentrum Chemnitz

4.3.1 Energierechnungsprüfung

Die Energierechnungsprüfung erfolgt durch den Objektleiter, der die Rechnung auf Plausibilität prüft und die in Rechnung gestellten Verbrauchswerte mit den monatlich abgelesenen Werten vergleicht.

4.3.2 Makroanalyse

Eine Makroanalyse beinhaltet die Grobanalyse eines Gebäudeportfolios bzw. mehrerer Liegenschaften innerhalb eines Projektes. Damit sollen erste Vergleiche zwischen Gebäuden gezogen werden, um diejenigen Objekte zu identifizieren, bei denen das höchste Einsparpotenzial vorhanden ist. Dazu wird auf Kennzahlen zurück gegriffen, um die Verbräuche vergleichbar zu machen. Eine solche Analyse wurde im Justizzentrum Chemnitz bisher nur auf Basis der geplanten Bedarfswerte durchgeführt.

4.3.3 Mikroanalyse

Die Mikroanalyse wird durchgeführt, wenn sich in der Makroanalyse Einsparpotenziale zeigen. Sie beinhaltet die energetische Detailbetrachtung. Diese Betrachtungen wurden bisher nur in der Planungsphase durchgeführt und basieren auf Planungswerten.

4.3.4 Betriebsphase mit laufendem Energiecontrolling

Die Betriebsphase stellt im Justizzentrum Chemnitz das eigentliche Energiemanagement dar. Sie gliedert sich in die Betriebsphase, in der die Anlagen ständig mithilfe der Gebäudeleittechnik überwacht und gesteuert werden, und in das Controlling.

Betriebsphase

Während des Betriebs werden die folgenden gebäudetechnischen Anlagen überwacht und gegebenenfalls an die Gegebenheiten angepasst:

Heizung:

Regelung der Vorlauftemperaturen geschieht abhängig von Witterung und Abnahme. Nach Anwesenheit der Nutzer wird die Nachtabenkung automatisch durch die GLT eingeleitet.

Raumluftechnische Anlagen (RLT):

Diejenigen Räume, die über eine RLT mit Wärme versorgt werden, verfügen über drei automatisierte Programme. Der Komfort Modus stellt die Betriebsweise bei Anwesenheit dar. In den Gerichtssälen wird dies über einen Präsenzmelder und ein Tableau am Richterpult, vom Nutzer, aktiviert und gesteuert. Bei Inbetriebnahme der Anlage existierte keine eigene Steuerung der Umluftklappen. Diese wurde nachträglich installiert und wird vom betriebstechnischen Personal über die GLT gesteuert. Bei Abwesenheit erfolgt die Umschaltung in den Economy Modus. Der Economy Modus dient der Erhaltung einer abgesenkten Raumlufthtemperatur. Im dritten Modus ist die Anlage ausgeschaltet.

Beleuchtung:

Die Beleuchtung besteht, wie in Tabelle 4 dargestellt, aus mehreren Teilen:

Lichtkreis	Steuerung
Büros	manuell durch Nutzer
Magistrale	Zeitprogramm und manuell betriebstechnisches Personal
Flure	Zeitprogramm nach Öffnungszeit
Treppenhäuser	ohne/teilweise Bewegungsmelder
Tiefgarage	Bewegungsmelder
Sanitärbereiche	Bewegungsmelder
Außenbeleuchtung	Zeitprogramm
Architekturbeleuchtung	Zeitprogramm

Tabelle 4 Übersicht Beleuchtung

Die Magistralenbeleuchtung wird aufgrund fehlender Lichtsensoren über ein Bedientableau, je nach Lichtbedingungen, durch den Betreiber gesteuert. Für die Außen- und Architekturbeleuchtung werden die Zeitschaltprogramme über ein separates Steuertableau an die Jahreszeiten angepasst.

4.3.5 Energiecontrolling

Die Überwachung, Planung und Auswertung des Energieverbrauchs sind die Hauptbestandteile des Energiecontrollings. Dazu ist es nötig, Informationen über den Verbrauch zu sammeln. Im Allgemeinen geschieht das über die Verbrauchserfassung.

Verbrauchserfassung

Die Verbrauchserfassung im Justizzentrum soll über fern auslesbare Zähler erfolgen. Da dies in der Planungsphase nicht vorgesehen war, soll dies über ein nachgerüstetes System, welches über das hausinterne Telekommunikationsnetz eingebunden ist, ausgelesen werden. Da dieses System noch nicht abschließend konfiguriert wurde, werden die Zählerstände einmal monatlich manuell erfasst. Die Daten der in Tabelle 5 aufgezählten Zähler werden dann, zur weiteren Auswertung, über ein vorgefasstes Formular an das CoC Energy & Sustainability gemeldet. Somit ist im ersten Schritt auch das Reporting auf der Seite des Objektes abgedeckt.

	Ort	Art	Beschreibung
Elektrische Energie	Transformatorstation	Hauptzähler Hoch- und Niedertarif	Wirkleistungszähler der Stadtwerke Chemnitz zur Verbrauchserfassung und Abrechnung ggü. Projektgesellschaft
	Gebäudehauptverteiler Allgemeinnetz Feld 1	Hauptzähler	Wirkleistungszähler zur Überwachung des Gesamtverbrauchs
	Gebäudehauptverteiler Allgemeinnetz Feld 3	Unterzähler	Wirkleistungszähler zur Abrechnung des Verbrauchs ggü. Cafeteriapädter
	Gebäudehauptverteiler Allgemeinnetz Feld 5	Unterzähler	Wirkleistungszähler zur Überwachung des Verbrauchs der Informationsschwerpunkte: Fernwärme, Fußbodenheizung Haftzellen, Heizung, Lüftung Archive, Lüftung Küche, RLT 6+7, Lüftung RLT 1
	Gebäudehauptverteiler Ersatznetz Feld 1	Unterzähler	Wirkleistungszähler zur Überwachung des Ersatznetzes
	Gebäudehauptverteiler Ersatznetz Feld 3	Unterzähler	Wirkleistungszähler zur Überwachung des durch die Netzersatzanlage eingespeisten Stroms
	+0B/SUV2/PC (Serverraum)	Unterzähler	Wirkleistungszähler zur Überwachung des Verbrauchs der Server und installierten Umluftkühlgeräte im Raum
Wärmemengenzähler	Übergabestation Fernwärme	Hauptzähler	Wärmemengenzähler der Stadtwerke Chemnitz zur Abrechnung der Verbrauchten Wärmemenge ggü. Projektgesellschaft
	Übergabestation Fernwärme	Unterzähler	Wärmemengenzähler zur Überwachung der von der Rampenheizung aufgenommenen Wärmemenge
	Übergabestation Fernwärme Heikreis RLT 4	Unterzähler	Wärmemengenzähler zur Zur Abrechnung der von der RLT 4 (Zuluft Küche) aufgenommenen Wärmemenge ggü. Cafeteriapädter
Wasserzähler	Hausanschlussraum	Hauptzähler	Wasserzähler der Stadtwerke Chemnitz zur Verbrauchserfassung und Abrechnung ggü. Projektgesellschaft
	Cafeteria	Unterzähler	Wasserzähler zur Verbrauchserfassung und Abrechnung ggü. Cafeteriapädter
	Hausanschlussraum	Unterzähler	Wasserzähler zur Verbrauchserfassung und Abrechnung des Wassers für die Pflege der Außenanlagen

Tabelle 5 Übersicht über Zähleinheiten

Planung und Auswertung

Die Ergebnisse der oben angesprochenen Auswertung werden in Folge einmal, monatlich, in einer Telefonkonferenz mit dem Objektleiter und dem technischen Leiter des Objekts besprochen.

Die Reaktionen auf einen zu hohen Energieverbrauch oder Abweichungen vom Soll – Wert geschehen aufgrund der Ablesezyklen und der damit zeitlich versetzten Auswertung 2 Wochen nachdem die Abweichung auf Monatsbasis aufgetreten ist.

4.3.6 Computergestütztes Energiemanagementsystem Ennovatis Smart Box

Um der zeitverzögerten Auswertung entgegenzuwirken, ist es vorgesehen, dass die Daten über Impulsausgänge unter anderem direkt und indirekt über einen M-Bus an eine zentrale Ausleseseinheit („Smart Box“ - Ennovatis) gesendet und von dieser Stelle an einen zentralen Server in der Firmenzentrale übermittelt werden. Über einen Ausleseplatz können die Daten dann von dem im Objekt Verantwortlichen ausgelesen, ausgewertet und optisch aufgearbeitet werden. Eine abschließende Konfiguration des

Systems ist Teil dieser Arbeit. Es soll untersucht werden, inwiefern sich das vorhandene Zählerkonzept in Verbindung mit dem computergestützten Energiemanagementsystem für die Überprüfung und Unterstützung einer betriebsoptimalen Gebädefahrweise eignet.

Exkurs: M-Bus

Der M-Bus (Meter-Bus) ist ein europäisch genormter Feldbus⁵² für die Verbrauchsdatenerfassung. Die Übertragung erfolgt seriell auf einer verpolungssicheren Zweidrahtleitung von den angeschlossenen Slaves, im Fall des JZC die Zähler zu einem Master, der Smartbox.

Systemaufbau

Das System besteht im wesentlichen aus 4 Teilen:

- Zähleinheiten und Sensoren
- Smart Box
- Server
- Controllingtool

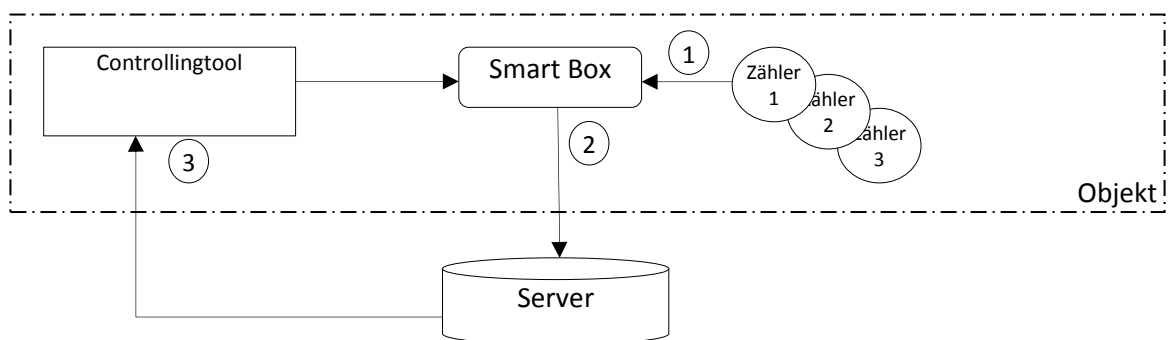


Abbildung 11 Systemschema Ennovatis Smart Box⁵³

Zähleinheiten und Sensoren (1)

In das System könnte eine Vielzahl von Zähleinheiten und Sensoren eingebunden werden. So sind neben dem Anschluss von Zählern auch die Einbindung von Temperaturfühlern und Zustandssensoren möglich. Diese Anbindung erfolgt entweder digital, direkt über Impulsausgänge der Zähler und das Bussystem oder analog.

⁵² EN 13757-2

⁵³ Eigene Darstellung.

Folgende Daten sind eingebunden:

- Zählerstände
 - Wirkleistungszähler (M-Bus)
 - Blindleistungszähler (M-Bus)
 - Stromzähler Haustechnik (Impuls)
 - Stromzähler Cafeteria (M-Bus/Hydroport)
 - Stromzähler Serverraum (M-Bus/Hydroport)
 - Hauptzähler Wasser (M-Bus/Hydroport)
 - Hauptzähler Wärmeenergie (M-Bus/Hydroport)
- Temperatursensoren
 - Außentemperatursensor (analog)

Smart Box (2)

Mit Hilfe der Ennovatis Smart Box werden die Daten erfasst und zwischengespeichert. Das System ist stark auf die Datenerfassung mit dem M-Bus-Protokoll ausgelegt. Was einen Vor- und einen Nachteil bildet. Vorteilig ist das einfach zu handhabende M-Bus-Protokoll, welches auf die Zählerdatenerfassung zugeschnitten ist. Nachteilig ist jedoch, da es nicht üblich ist M-Bus-fähige Zähler in der Errichtungsphase zu verbauen, dass Kosten für die Umrüstung der Zähler auftreten. Im Justizzentrum Chemnitz wurde die Umrüstung über M-Bus-Umsetzer realisiert. Diese Umsetzer (Hydroport⁵⁴) nehmen das Impulssignal des Zählers auf und setzen es in ein M-Bus-Signal um. Die gesammelten Daten werden in der Smart Box bis zu 60 Tage zwischengespeichert.

Diese Daten werden dann täglich vom Server, über ein GSM-Modul, abgerufen und dort auf Dauer in einer Datenbank gespeichert. An dieser Stelle wird auch die Schwachstelle des Systems sichtbar. Die Beobachtung des zeitnahen Energieverbrauchs, nämlich wirklich im 15 Minuten Takt ist nur schwer möglich. Dazu muss zuerst der Serveradministrator die Daten der Smart Box abrufen und danach müssen die Daten vom Server in das Controllingtool geladen werden.

Controllingtool(3)

Das Controllingtool der Ennovatis GmbH ist die Software um die Daten des Servers Auszuwerten. Abbildung 12 gibt einen Überblick über das Programmfenster. Der Szenario-Browser bildet die Objektstruktur ab. Die Objekte sind in den Ebenen Projekt,

⁵⁴ Hydroport-Pulse; Hersteller: Hydrometer GmbH

Liegenschaft und Gebäude untergeordnet. Dies zeigt, dass das ganze System auch für größere Projekte mit mehreren Gebäuden geeignet ist.

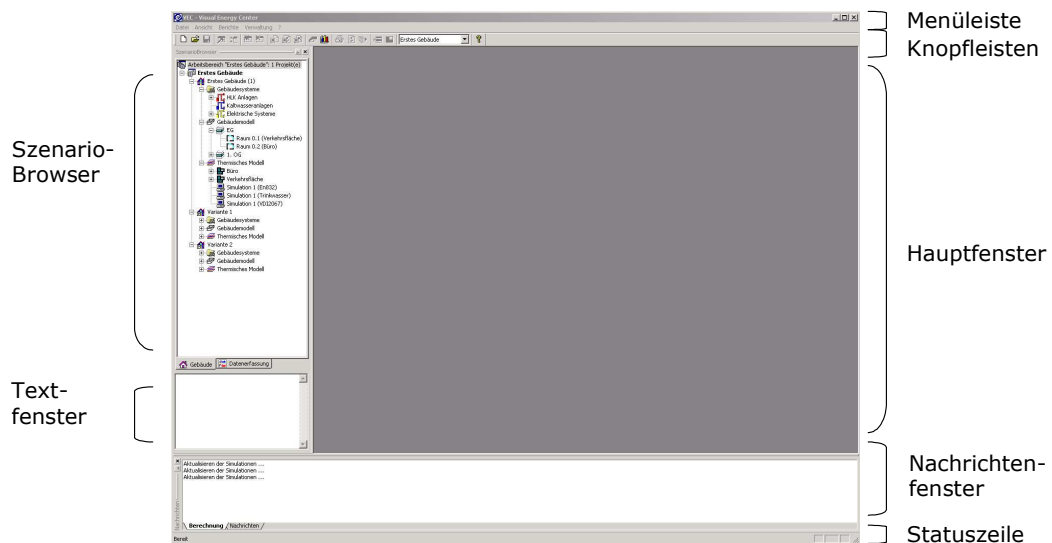


Abbildung 12 Programmfenster Ennovatis Controlling⁵⁵

Für das Justizzentrum Chemnitz ergibt sich die in Abbildung 13 gezeigte Struktur. Der Gliederungspunkt unterhalb des Gebäudes stellt die Datenquellen dar. Da die Software auch über Schnittstellen zu verschiedenen GLT - Herstellern verfügt, ist die hauseigene Smart Box als eigene Datenquelle eingeordnet. Unterhalb der Smart Box sind die eigentlichen Zähler eingeordnet. Sie werden als Kanal bezeichnet.

⁵⁵ Enovatis GmbH

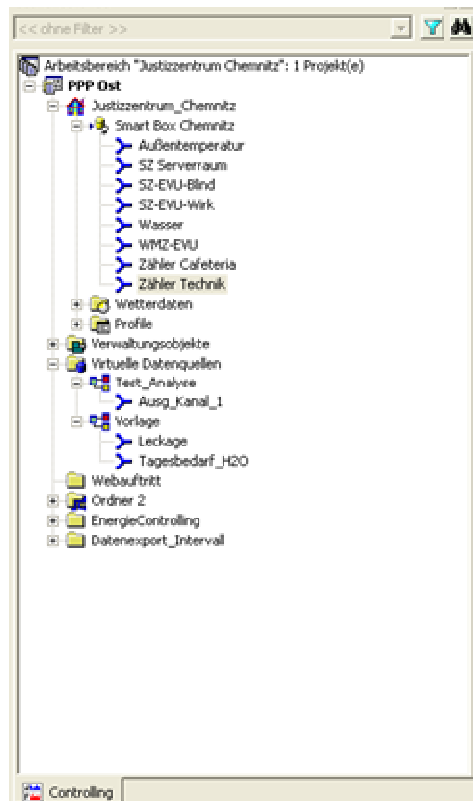


Abbildung 13 Projektbaum Justizzentrum Chemnitz

Eine Besonderheit der Software sind die virtuellen Datenquellen. Diese sind rechnerische Größen, die über die Kanäle erzeugt werden. Diese werden über den Visual Data Analysers erzeugt. Er ermöglicht die Einrichtung virtueller Kanäle und den Aufbau von Systemen zur automatischen Fehlererkennung und Diagnose. Damit können beispielsweise Umlagen über Verteilerschlüssel berücksichtigt oder Gradtagzahlbereinigungen durchgeführt werden.

Diese Berechnungen bestehen aus den drei klassischen Schritten der Datenverarbeitung, nämlich Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe. Die Eingabe beziehungsweise der Input sind im wesentlichen die Kanäle. Es können jedoch auch vorgeschaltete Prozesse verwendet werden.

Die Verarbeitung geschieht in den Prozessen. Hier können die Grundrechenarten sowie logische Operationen durchgeführt werden.

Die Ausgabe geschieht in den Ausgängen. Die Ausgabe kann auf verschiedene Arten erfolgen:

- Kanal
- Nachricht: (Nachrichtenfenster) Das Ergebnis wird als Nachricht in dem Logging-System von ennovatis Controlling abgespeichert.
- E-Mail: Das Ergebnis wird an eine vorgegebene E-Mail-Adresse weitergeleitet.

- SMS: Das Ergebnis wird an eine vorgegebene SMS-Nummer weitergereicht.
- Bericht: Das Modul zur Berichtgenerierung wird gestartet. Hier kann auch der Ort spezifiziert werden, an dem der fertige Bericht (z. B. über FTP) angelegt werden soll.

Weiterhin ist ein Bericht-Modul integriert, welches es ermöglichen soll, vorgefertigte Berichte auszugeben. Diese Berichte sind im Auslieferungszustand jedoch nur rudimentär und nicht zu gebrauchen. Vielmehr müssen diese auf das Objekt speziell zugeschnitten werden. Dies kann, gegen finanziellen Ausgleich, vom Hersteller des Systems übernommen werden oder mit Hilfe von HTML-Templates vom Kunden übernommen werden.

Die eigentlichen Auswertungen geschehen bei dieser Software über den Graphical Data Analyser. Dies ist ein Modul um schnell verschiedene Verbrauchsübersichten zu erstellen. Dabei lassen sich mehrere Kanäle in einem Diagramm darstellen und verschiedene Zeiträume auswerten. Weiterhin ist es möglich, lineare Durchschnittslinien hinzufügen, um Trends in der Verbrauchsentwicklung zu erkennen. In Abbildung 14 ist beispielhaft der Verlauf des täglichen Wärmeenergieverbrauchs dargestellt.

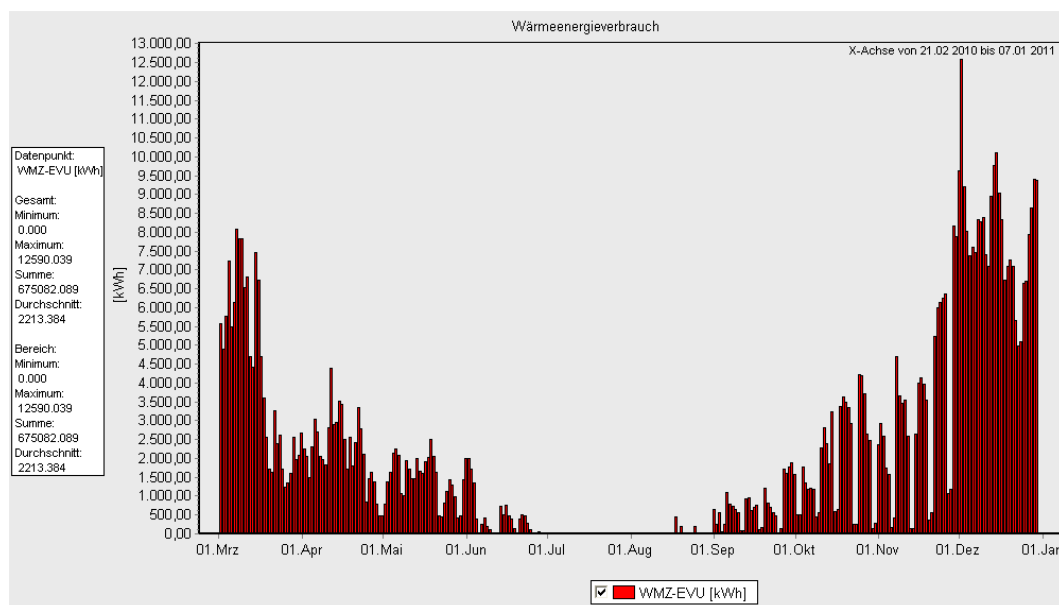


Abbildung 14 Verlauf Wärmeenergieverbrauch mittels Graphical Data Analyser

Die so erzeugten Grafiken lassen sich über die Exportfunktion für Berichte und andere Dokumente verwenden. Weiter Beispiele sind im Anhang IV beigefügt.

4.4 Zusammenfassung

Das Energiemanagement als solches ist damit bereits im Justizzentrum Chemnitz installiert. Jedoch zeigen sich Defizite bei der Erfassung der Daten. So wurde zwar ein computergestütztes Energiemanagementsystem installiert, aber es wurde nicht abschließend auf das Justizzentrum zugeschnitten. Weiterhin fehlen Zähler für die wichtigen Verbraucher, wie Licht und allgemeine Stromverteilung. Außerdem fehlt ein Ablauf zum internen Reporting.

5 Verbrauchsanalyse und Energiekennwerte

Um sich ein Bild über die Wertigkeit des Energieverbrauchs zu machen ist es notwendig, den Energieverbrauch eines Objektes über einen längeren Zeitraum zu beobachten und anhand von Kennwerten darzustellen. Somit lassen sich Trends im Energieverbrauch, beispielsweise schleichende Verbrauchssteigerungen durch fehlende Wartung der Raumheizung, erkennen. Kennwerte dienen dazu, den Verbrauch quantifizierbar und mit anderen Objekten vergleichbar zu machen. Die VDI 3807 gibt dazu allgemein anerkannte Berechnungsvorschriften vor. Weiterhin wird Bezug auf die Vergleichswerte der Energieeinsparverordnung und die Kennwerte der ages GmbH genommen.

5.1 Witterungsbereinigung

5.1.1 Heizgradtag

Um Heizenergieverbräuche vergleichbar zu machen, müssen diese vom Faktor Witterung befreit werden. Dies geschieht über die Gradtaganwendung nach VDI 3807-1. Hierzu wurden die Tagesmitteltemperaturen der Wetterstation Dresden-Klotzsche⁵⁶ und die langjährigen Mittel der Wetterstation Erfurt-Bindersleben⁵⁷ verwendet.

Gradtage ergeben sich aus der Differenz zwischen der gewünschten Innentemperatur von 20°C und der Außentemperatur ab einer angenommenen Heizgrenztemperatur von 15°C. Somit ergeben sich nur Gradtage für mittlere Außentemperaturen von unter 15°C. In Folge dessen ist der Gradtag G:

$$G_{15/20} = (20\text{ °C} - t_m) \cdot 1\text{ d für } t_m < 15\text{ °C}$$

mit

$G_{15/20}$ Gradtag in K · d

t_m Tagesmittel der Außentemperatur eines Heiztages in °C

Diese Gradtage werden für den zu betrachtenden Zeitraum aufaddiert und mit den langjährigen Mitteln der Gradtage ins Verhältnis gesetzt:

⁵⁶ DWD Stations-ID: 1048; <http://www.webwerdis.dwd.de> abgerufen am 03.02.2011.

⁵⁷ DWD Stations-ID: 13336; <http://www.webwerdis.dwd.de> abgerufen am 03.02.2011.

$$G_t = \frac{G_m}{G_{15/20}}$$

mit:

G_t Gradtagzahl für den zu betrachtenden Zeitraum

G_m langjährige Mittel der Heizgradtage in K · d

$G_{15/20}$ Heizgradtage der Periode K · d

Multipliziert man diese Gradtagzahl nun mit dem Heizenergieverbrauch, erhält man den witterungsbereinigten Energieverbrauch E_{VH} . Möchte man die Heizenergieverbräuche mehrerer, örtlich von einander getrennten Gebäude vergleichen, so nimmt man die Gradtage der Stadt Würzburg als langjähriges Mittel an. Dieses Verfahren wird häufig mit der VDI 2067-2 in Verbindung gebracht. Diese wurde aber zurückgezogen und die Methode mit der Novellierung 2006 in die VDI 3807-1 aufgenommen.

5.1.2 Gradtagzahl

Eine weitere Methode der Witterungsbereinigung ist die Anwendung von Gradtagen nach VDI 3807-1 aus dem Jahr 1998. Die zurückgezogene VDI beschreibt eine Bereinigung, nach der die Gradtage nicht, wie nach der aktuellen VDI 3807-1 durch die Differenz von Außentemperatur zur Innentemperatur, sondern zur Heizgrenztemperatur beschrieben wird. Diese VDI ist zwar nicht mehr gültig, wird aber aufgrund der zugrunde liegenden Bereinigungsverfahren in manchen Vergleichen angewendet.

$$G_{15} = (15\text{ °C} - t_m) \cdot 1\text{ d für } t_m < 15\text{ °C}$$

mit:

G_{15} Gradtag in K · d

t_m Tagesmittel der Außentemperatur eines Heiztages in °C

Diese Gradtage werden wiederum für den zu betrachtenden Zeitraum aufaddiert und mit den langjährigen Mitteln der Gradtage ins Verhältnis gesetzt:

$$G_t = \frac{G_m}{G_{15}}$$

mit:

G_t Gradtagzahl für den zu betrachtenden Zeitraum

G_m langjährige Mittel der Heizgradtage in $K \cdot d$

G_{15} Heizgradtage der Periode in $K \cdot d$

Auch hier ergibt die Multiplikation des Heizenergieverbrauchs mit der Gradtagzahl den witterungsbereinigten Heizenergieverbrauch E_{vH} .

5.1.3 Exkurs: Temperaturfühler

Es stellt sich die Frage, warum keine Daten der Temperaturfühler des Gebäudes verwendet werden. Das Justizzentrum Chemnitz verfügt über drei solcher Temperaturfühler. Zum einen ist einer in der Tiefgarageneinfahrt integriert, der die Temperatur des Fahrbahnbelags misst, um die Rampenheizung zu steuern. Dieser eignet sich nicht zur Datenaufzeichnung für eine Witterungsbereinigung, da er keine Lufttemperaturen aufzeichnet. Ein weiterer Sensor befindet sich auf dem Dach des Gebäudes, ist in die Gebäudeleittechnik (GLT) eingebunden und würde sich für eine Witterungsbereinigung eignen. Jedoch ist ein Export der Daten, aus der GLT heraus, nicht vorgesehen. Der dritte und letzte Temperaturfühler ist an der Ennovatis Smart Box angebunden. Der Pt-100 Temperatursensor liefert seine Daten direkt an die Smart Box sowie das Controllingtool und kann dort auch ausgewertet werden. Problematisch ist hierbei jedoch die Positionierung des Sensors im Abluftstrom der Tiefgarage. Damit wird besonders bei extremen Außentemperaturen das Messergebnis derart verfälscht, dass die Daten nur als grobe Orientierung gelten können.

5.2 Verbrauchsanalysen der Istverbräuche

Aufgrund der historischen Daten aus der manuellen Zählerablesung, werden in diesem Kapitel die Verbräuche der einzelnen Medien abgebildet und die Verläufe bewertet. Hierbei handelt es sich um Auswertungen mit Hilfe von Excel und dem Controllingtool der Firma Ennovatis.

5.2.1 Istanalyse Wasserverbrauch

Wie in der Objektbeschreibung dargestellt, wird das Justizzentrum Chemnitz durch das örtliche Energieversorgungsunternehmen mit Wasser versorgt. Die der Grafik zugrunde liegenden Werte, wurden monatlich vom Hauptwasserzähler abgelesen. Der

Wasserverbrauch für die Jahre 2009 und 2010 stellt sich wie folgt in den Tabellen 6 und 7 dar.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Summe (Jan-Jun)
242	260	261	250	228	304	1545
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe 2009
305	310	262	284	253	230	3189

Tabelle 6 Wasserverbrauch 2009 in m³⁵⁸

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Summe (Jan-Jun)
266	235	297	245	225	261	1529
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe 2010
259	258	276	254	296	223	3095

Abbildung 15 Wasserverbrauch 2010 in m³⁵⁹

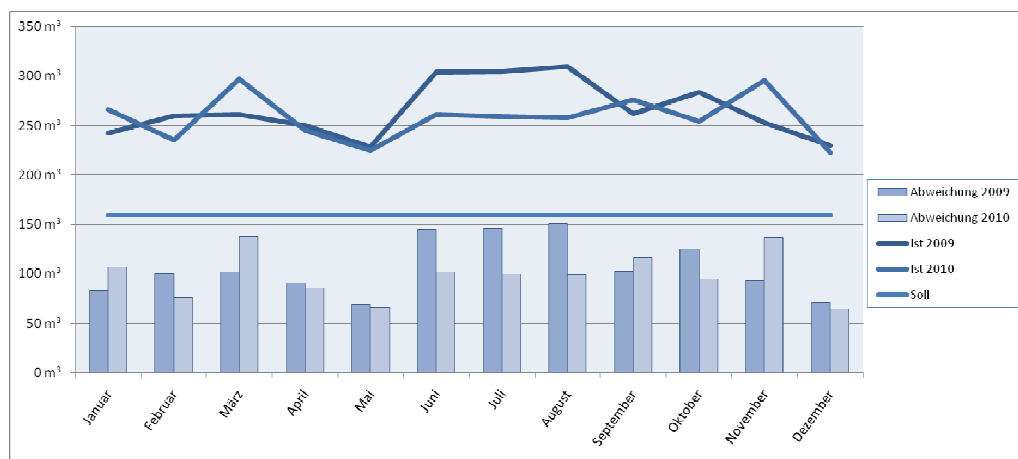


Abbildung 16 Istanalyse Wasserbrauch 2009/2010⁶⁰

In Abbildung 16 ist der Wasserverbrauch der Jahre 2009 und 2010 auf Monatsbasis zu erkennen. Die Solllinie ist der im Vertrag festgelegte monatliche Verbrauch von 159m³ monatlich, der vom Auftraggeber vergütet wird. Erkennbar ist, dass dieser Verbrauch mit durchschnittlich 103m³ deutlich überschritten wird. Deutlich wird auch der höhere Verbrauch in den Sommermonaten des Jahres 2009.

Um eventuelle saisonale Ursachen auszuschließen, reicht hier ein Vergleich der Mehr- bzw. Minderverbräuche des Jahres 2010 gegenüber 2009. Ersichtlich wird, dass der

⁵⁸ Eigene Berechnung.

⁵⁹ Eigene Berechnung.

⁶⁰ Eigene Darstellung.

Verbrauch in den beiden Jahren unabhängig voneinander schwankt. Nach Auswertung des Zählers „Außenanlagen“, der nur den Verbrauch für die Bewässerung der Außenanlagen misst, ist der Mehrverbrauch an Wasser in den Monaten Juni bis August 2009 mit der Anwuchsphase der Außenanlagen zu erklären.

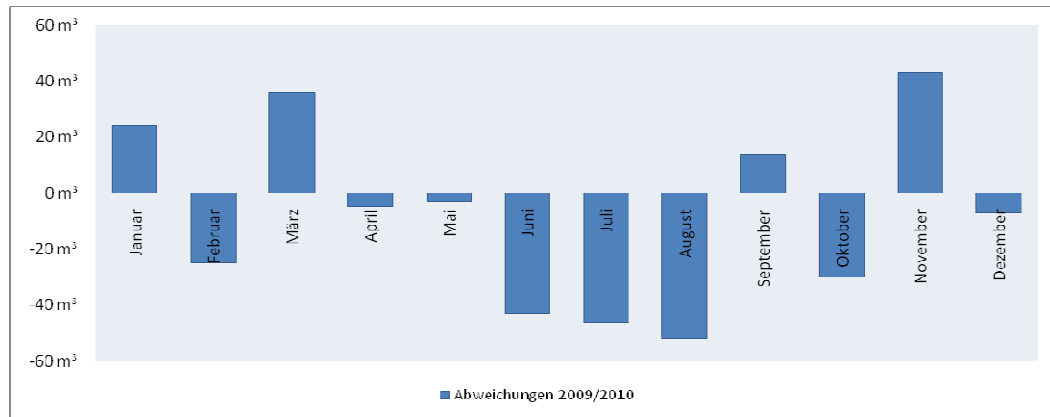


Abbildung 17 Mehr-/Minderverbräuche Wasser 2009/2010⁶¹

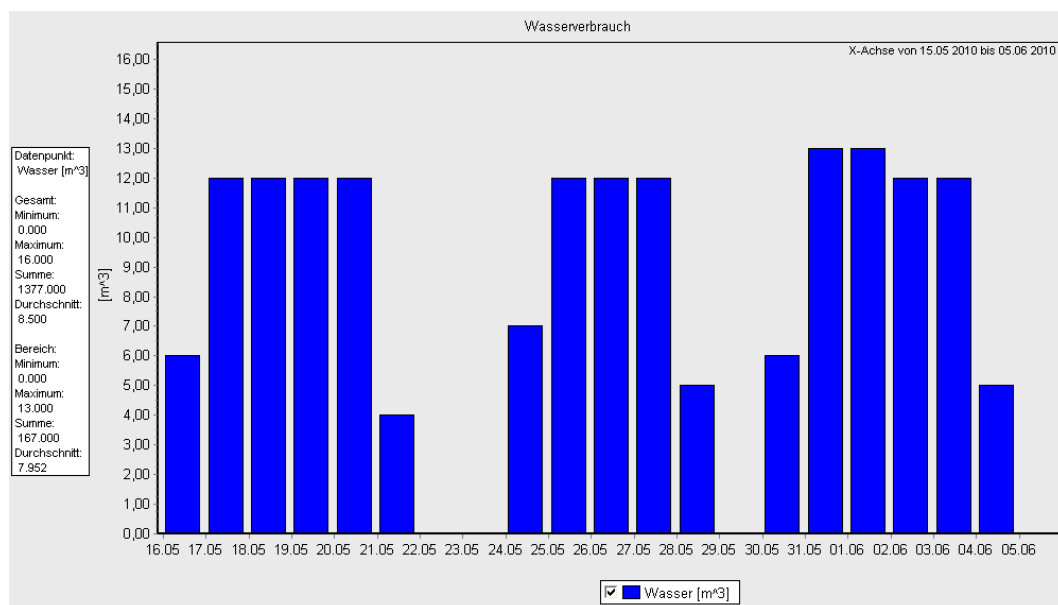


Abbildung 18 Tagesauswertung Wasserverbrauch⁶²

Abbildung 15 zeigt die Auswertung der Tagesverbräuche über das Pfingstwochenende 2010. Sichtbar ist, dass eine zu vermutende, ständige Abnahme nicht vorliegt. Somit kann auch eine Leckage ausgeschlossen werden. Die Ausschläge an den Wochenenden sind mit der Auflösung von 1m³ der Zähleinheit erklärbar.

⁶¹ Eigene Darstellung.

⁶² Tagesauswertung mit Hilfe Ennovatis Controlling

Die Untersuchung der Installationen führte auch zu keinem Ergebnis, da diese aufgrund des geringen Gebäudealters dem Stand der Technik entsprechen.

Das Überschreiten der Solllinie ist somit nur mit den angenommenen Werten zur Festlegung für diese zu erklären. So wurden in den einsehbaren Planungsunterlagen für den Sanitärverbrauch 1179 m³ geplant. Die Anpassung der Planungswerte an die Erfahrungswerte des Betreibers ergibt für diesen Bereich aber einen Verbrauch von 2273 m³. Wie in Anhang I zu sehen ist, wurde zum Sanitärverbrauch auch der Verbrauch für die Reinigung des Gebäudes, die Speisezubereitung und der allgemeine Verbrauch durch die Bediensteten hinzugerechnet sowie der Anteil der männlichen und weiblichen Nutzer angepasst. Somit summiert sich der Verbrauch auf 2912m³ pro Jahr, was dem tatsächlichen Verbrauch näherungsweise entspricht.

Deswegen wird der Wasserverbrauch nicht als erhöht bewertet. Vielmehr ist die Überschreitung des Vertragswertes das Ergebnis einer fehlerhaften Planung.

5.2.2 Istanalyse Wärmeenergie

Die für die Raumheizung benötigte Wärme wird, wie das Wasser durch den örtlichen Energieversorger, in Form von Fernwärme bereitgestellt. Die folgend dargestellten Daten basieren auf den abgelesenen Zählerständen aus den Jahren 2009 und 2010. Der vertraglich zugesicherte Jahresverbrauchswert liegt bei 1350 MWh und wird über einen Faktor an den Monatsverbrauch angepasst.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Summe (Jan-Jun)
198,13	224,43	142,86	22,74	14,30	16,20	618,66
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe 2009
1,48	0,67	11,15	77,70	83,70	177,61	970,97

Tabelle 7 Jahresverbrauch Wärmeenergie 2009 (in MWh)⁶³

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Summe (Jan-Jun)
302,39	177,59	139,79	68,51	43,47	13,66	745,41
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe 2010
0,01	0,99	20,63	60,73	124,47	224,12	1176,36

Tabelle 8 Jahresverbrauch Wärmeenergie 2010 (in MWh)⁶⁴

⁶³ Eigene Berechnung.

⁶⁴ Eigene Berechnung.

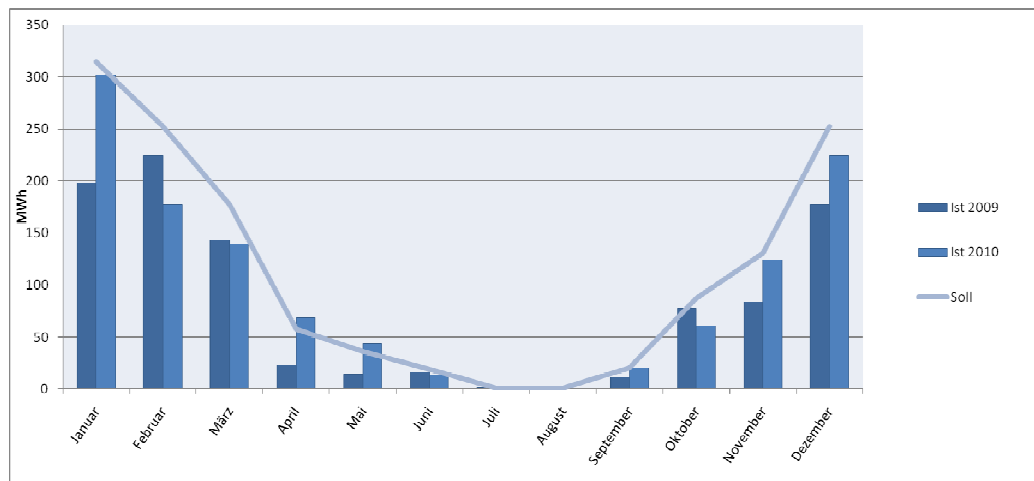


Abbildung 19 Verlauf Wärmeenergieverbrauch 2009/2010⁶⁵

Die Verbrauchskurve ist beispielhaft für eine typische Heizenergieverbrauchskurve mit den Maxima in den Wintermonaten und einer Sohle in den Sommermonaten. Sie lässt auf einen störungsfreien Betrieb der Anlage schließen. Bei einem kurzen Betrachten der Werte und der Grafik fällt sofort ins Auge, dass der Verbrauch in beiden erfassten Jahren deutlich unter dem Vertragswert liegt. Weiterhin ist zu erkennen, dass der absolute Verbrauch 2010 höher ausfällt als 2009. Dieses ist zunächst ungewöhnlich, man geht davon aus, dass der Verbrauch in der Einregulierungsphase zu Projektbeginn höher liegt, da die Anlage noch nicht zu einhundert Prozent auf die nutzerspezifischen Anforderungen eingestellt ist. Jedoch spielen hier zwei Effekte eine zentrale Rolle. Zum einen ist der Nutzer im Januar 2009 noch nicht vollständig in das neue Objekt eingezogen und zum anderen war der Januar des Folgejahres mit $-4,42^{\circ}\text{C}$ im Mittel um $2,2^{\circ}\text{C}$ kälter als im Vorjahr.

Der Einfluss der Witterung auf den Wärmeenergieverbrauch ist natürlich über den gesamten Zeitraum zu beobachten und liegt in der Natur der Dinge. Um diesen Effekt aus dem Vergleich herauszustreichen, wurden die Daten, mit der Heizgradtaganwendung ($G_{15/20}$), witterungsbereinigt.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Summe (Jan-Jun)
177,52	228,37	153,21	45,46	19,10	16,12	639,78
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe 2009
6,75	0	23,51	73,15	107,32	171,38	1021,89

Tabelle 9 witterungsbereinigter Wärmeenergieverbrauch(in MWh)⁶⁶

⁶⁵ Eigene Darstellung.

⁶⁶ Eigene Berechnung.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Summe (Jan-Jun)
253,53	174,48	145,98	77,06	35,90	12,75	699,71
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe 2010
0,00	0,52	14,19	56,21	134,22	176,79	1081,64

Tabelle 10 witterungbereinigter Wärmeenergieverbrauch 2010 (in MWh)⁶⁷

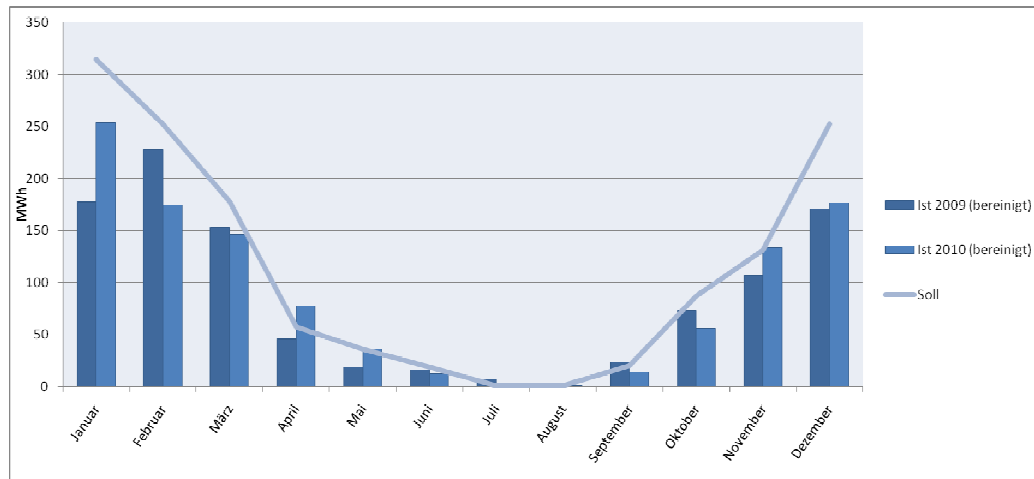


Abbildung 20 Verlauf witterungbereinigter Wärmeenergieverbrauch 2009/2010⁶⁸

Nach Bereinigung der Daten ist zu erkennen, dass sich der Verbrauch absolut angleicht. Im ersten Quartal 2009 ist der beschriebene Effekt des Nutzereinzugs deutlich zu erkennen. Die restlichen Quartale der beiden Jahre stellen die Normalkurve dar und werden als unkritisch angesehen. Die erheblichen Unterschiede in den Monaten April und Mai sowie September und Oktober sind in der unterschiedlich langen Sonneneinstrahlung zu suchen. Da das Gebäude über große und viele Fensterflächen verfügt, ist der Heizenergieverbrauch auch von der Anzahl der Sonnenstunden in diesen Monaten abhängig. An sehr sonnenreichen Tagen reichen die solaren Wärmegewinne aus, um den Heizbedarf des Gebäudes zu decken. Dies wiederum kann aber mit der Methode nach VDI 3807 nicht bereinigt werden. Eine Detailanalyse mithilfe einer Simulationssoftware kann hier weiter Aufschluss bieten, ist jedoch nicht Bestandteil dieser Arbeit.

⁶⁷ Eigene Berechnungen.

⁶⁸ Eigene Darstellung.

5.2.3 Istanalyse Stromverbrauch

Um den Stromverbrauch des Justizzentrum Chemnitz zu analysieren, wird in diesem Kapitel auf die abgelesenen Zählerstände seit Projektbeginn zurückgegriffen. Das Justizzentrum Chemnitz wird über eine Transformatorstation mit elektrischer Energie versorgt. Im Normalfall werden sowohl das Allgemeinnetz, wie auch das Ersatznetz über diesen Weg mit Strom beliefert. Ausgewertet werden der Hauptzähler in der Transformatorstation sowie mehrere Unterzähler. Der Vertragswert, der die Solllinie definiert, liegt bei 850.000 KWh pro Jahr oder 70833,33 KWh pro Monat. In Tabelle 11 und 12 sind zu den monatlichen Absolutverbräuchen auch die Abweichungen zum Vertragswert hinzugefügt.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Summe (Jan-Jun)
75,632	78,083	80,348	70,799	65,765	76,531	447,158
4,799	7,250	9,515	-0,034	-5,068	5,698	22,158
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe 2009
78,495	78,804	76,061	83,697	76,489	73,702	914,406
7,662	7,971	5,228	12,864	5,656	2,869	64,406

Tabelle 11 Stromverbrauch 2009 (in MWh)⁶⁹

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Summe (Jan-Jun)
87,022	71,117	83,043	74,189	73,565	79,871	468,807
16,189	0,284	12,210	3,356	2,732	9,038	43,807
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe 2010
85,536	76,058	73,524	72,794	79,871	72,477	929,067
14,703	5,225	2,691	1,961	9,038	1,644	79,067

Tabelle 12 Stromverbrauch 2010 (in MWh)⁷⁰

Abbildung 21 wurde um die Solllinie erweitert und verdeutlicht den Missstand auf der Seite des Stromverbrauchs.

⁶⁹ Eigene Berechnungen.

⁷⁰ Eigene Berechnungen.

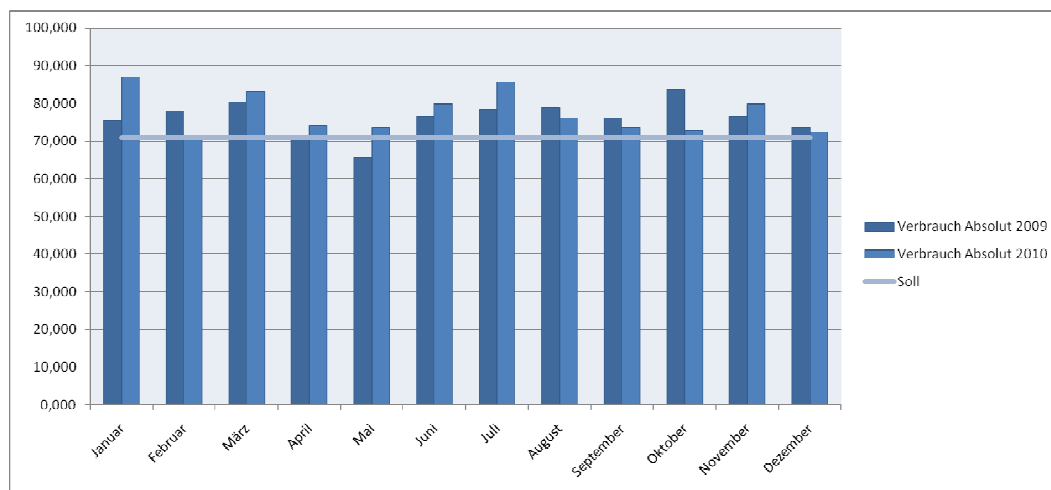


Abbildung 21 Verlauf Stromverbrauch 2009/2010 (in kWh)⁷¹

Bei einem ersten Blick auf die Verbrauchsdaten fällt ein Zusammenhang mit den Jahreszeiten auf. Dies weist zum einen auf eine Wetterabhängigkeit hin, wie sie beim Wärmeenergieverbrauch auftritt. Als Ursache hierfür ist die Klimatisierung der Gerichtssäle zu nennen, die mit ihren großen Fensterflächen sehr viel solare Wärme aufnehmen. Zum anderen ist der starke Abfall im Dezember zu erkennen, was mit den Feiertagen zum Ende des Monats zusammenhängt. Dies beschreibt auch ein allgemeines Problem beim Vergleich von absoluten Verbrauchszahlen. Aufgrund der unterschiedlich langen Monate tritt ein relativ unterschiedlicher Verbrauch auf. Noch drastischer wird dieser Unterschied, wenn man sich die Anzahl der verbrauchsstärkeren Arbeitstage ansieht. So hatte der März 2010 beispielsweise 23 Arbeitstage, wohingegen der April im selben Jahr nur 19 hatte. Das entspricht fast einer Arbeitswoche.

Um den oben genannten Effekt zu vermeiden, bietet sich also nur ein Vergleich auf Basis eines Durchschnittswertes oder der Vergleich der Jahresgesamtmenge an.

	absolut	relativ	durchschnittl.
Soll	850	100	16,35
2009	914,406	107,58	17,58
2010	929,067	109,30	17,87

Tabelle 13 relative Überschreitungen Jahresstromverbrauch 2009/2010⁷²

Dem Jahresverbrauch in Tabelle 13 wurden die relativen Überschreitungen gegenüber dem Vertragswert und der durchschnittliche Verbrauch je Kalenderwoche gegenüber

⁷¹ Eigene Darstellung.

⁷² Eigene Berechnungen.

gestellt. Auffällig hierbei ist die Tatsache, dass 2010 mehr Strom verbraucht wurde, als es 2009 der Fall war. Dieser Unterschied kann eine Vielzahl von Gründen haben, die jedoch mangels genügendem Zählerkonzept nicht nachweislich belegt werden können. Hier wären zum Beispiel längere Beleuchtungszeiten in Frühling und Herbst oder ein längerer Betrieb der Klimaanlage zu nennen.

5.3 Kennzahlen

In diesem Kapitel werden aus den oben analysierten Energieverbräuchen Kennzahlen gebildet. Dazu werden diese Verbräuche in ein Verhältnis zu einer sinnvollen Bezugsgröße gesetzt oder anders mathematisch ausgewertet.

5.3.1 Kennzahlen allgemein

Bei Kennzahlen für Energieverbräuche wird zwischen den Bedarfskennzahlen, die auf Annahmen basieren, und den Verbrauchskennzahlen, die auf gemessenen Werten basieren, unterschieden. Bedarfskennzahlen dienen zur planerischen Abschätzung des Energiebedarfes einzelner Anlagen und in Summe des Gebäudes. Da es sich beim Justizzentrum um ein Bestandsgebäude handelt, wird nicht weiter auf diese Kennzahlen eingegangen.

Die auf Messwerten aufbauenden Verbrauchskennzahlen eignen sich, um den tatsächlichen Verbrauch von Immobilien darzustellen und zu bewerten.

5.3.2 Bezugsgrößen

Um Kennzahlen zu bilden ist es notwendig, sinnvolle Bezugsgrößen zu finden. Die VDI 3807-1 schlägt hier die Brutto-Grundfläche nach DIN 277 sowie je nach Nutzung des zu betrachtenden Objektes die Anzahl der Nutzer vor.

Brutto-Grundfläche

Der Verfasser schließt sich den Empfehlungen der VDI 3807-1 an. Für die Kennzahlen des Stromverbrauchs wird die Brutto-Grundfläche als Bezugsfläche definiert. Diese setzt sich, wie in Kapitel 3.1.1 bereits beschrieben, folgendermaßen zusammen:

Grundflächen des Bauwerks		
= NF	Nutzfläche	14104 m ²
+ TF	Technische Funktionsfläche	968 m ²
+ VF	Verkehrsfläche	8573 m ²
= NGF	Netto-Grundfläche	23645 m ²
+ KF	Konstruktionsfläche	1445 m ²
= BGF	Brutto-Grundfläche	25090 m ²

Tabelle 14 Grundflächen des Bauwerks⁷³*Beheizbare Brutto-Grundfläche*

Für die Kennzahlen der Wärmeenergie werden die Flächen der Tiefgaragen aus der Brutto-Grundfläche herausgerechnet, da diese nicht beheizt werden. Somit ergibt sich die beheizbare Brutto-Grundfläche wie folgt:

BGF	Brutto-Grundfläche	25090 m ²
- Tiefgarage 1	155 Stellplätze; Fahrspur; Rampe	4250 m ²
- Tiefgarage 2	69 Stellplätze; Fahrspur; Rampe	2264 m ²
= BGF _{heiz}	beheizbare Brutto-Grundfläche	18576 m ²

Tabelle 15 Berechnung der beheizten Bruttogrundfläche⁷⁴*Netto-Grundfläche nach EnEV*

Die Vergleichswerte der Energieeinsparverordnung beziehen sich auf die Nettogrundfläche des Gebäudes.⁷⁵ Dies wird auch in dieser Arbeit angewandt.

Anzahl der Nutzer

Die VDI 3807-3 sieht neben der Nutzfläche auch die Anzahl der Nutzer als Bezugsgröße vor, da diese für den Verbrauch an Wasser maßgeblich sind. Im Justizzentrum Chemnitz arbeiten 475 ständige Mitarbeiter, die für den Verbrauch an Energie relevant sind. Hinzu kommen noch die Besucher, die jedoch nicht gezählt werden. Deshalb wird auf die Planung für den Wasserverbrauch zurückgegriffen. Diese Planung geht davon aus, dass 65 Besucher zum täglichen Wasserverbrauch beitragen. Dieser Wasserverbrauch beschränkt sich jedoch auf die sanitären Einrichtungen und beträgt lediglich 1,8% des

⁷³ Eigene Berechnungen.

⁷⁴ Eigene Berechnung.

⁷⁵ Vgl. § 2 Nr. 15 EnEV

sanitären Wasserverbrauchs. Deshalb werden die Besucher bei der Betrachtung vernachlässigt.

5.3.3 Kennzahlen Wasserverbrauch

Unter Punkt 5.2.1 wurde bereits festgestellt, dass der Verbrauch an Wasser teilweise zu 100% über dem Vertragswert liegt. Nun muss geklärt werden, ob dies wirklich ein Fehler bei der Planung war oder ob ähnliche Gebäude weniger Wasser verbrauchen als das Justizzentrum. Dazu wird im Folgenden ein Vergleich zwischen verschiedenen Kennzahlen angestellt.

Wasserverbrauchskennwerte nach VDI 3807-3

Die VDI 3807-3 verweist in ihrer aktuellen Ausführung aus dem Jahr 2000 noch auf die Hauptnutzfläche. Da diese aber in der Novellierung der DIN 277 wegfällt, werden die aktuellen Verbrauchswerte auf Basis der Nutzfläche betrachtet.

Der Wasserverbrauchskennwert nach Nutzfläche errechnet sich durch folgende Formel:

$$V_{NF} = \frac{V_{VW}}{B_{NF}}$$

mit:

V_{NF}	Wasserverbrauchskennwert nach m ² Nutzfläche in m ³ /m ² ·a
V_{VW}	jährlicher Wasserverbrauch in m ³ /a
B_{NF}	Nutzfläche in m ²

Auf selbe Weise, aber mit einer anderen Bezugsgröße, berechnet sich der Wasserverbrauchskennwert nach Anzahl der Nutzer:

$$V_{nutzer} = \frac{V_{VW}}{B_{nutzer}}$$

mit:

V_{nutzer}	Wasserverbrauchskennwert nach Anzahl der Nutzer in m ³ /Nutzer ·a
V_{VW}	jährlicher Wasserverbrauch in m ³ /a
B_{nutzer}	Anzahl der Nutzer

Die Kennwerte nach den oben aufgeführten Berechnungsvorschriften wurden in Tabelle 16 denen aus der VDI 3807-3 gegenüber gestellt. Bei den Vergleichswerten handelt es sich um Mittelwerte, die aus den Werten für ein Gerichtsgebäude mit hoher technischer Ausstattung und einem Verwaltungsgebäude mit normaler technischer Ausstattung gebildet wurden. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, da sich das Justizzentrum nicht eindeutig in den Bauwerkszuordnungskatalog einordnen lässt. Die hohe technische Ausstattung für Gerichtsgebäude resultiert aus der Klimatisierung der Gerichtssäle.

	Justizzentrum Chemnitz			VDI 3807-3	
Jahr	2009	2010	Vertragswert	1992	1993
V_{NF}	0,23	0,22	0,14	0,56	0,53
Richtwert V_{NF}				0,50	
V_{nutzer}	6,71	6,52	4,02	11,9	

Tabelle 16 Vergleich Wasserverbrauchskennwert nach VDI 3807-3⁷⁶

Bei der Gegenüberstellung der Werte erkennt man klar, dass die Verbrauchswerte des Objektes um ca. 50% unter denen der VDI liegen, wobei die Vergleichswerte den Modus der Erhebung angeben und der Richtwert das untere Quartilmittel, also das arithmetische Mittel der unteren 25% der Verteilung angibt. Dieser Vergleich ist jedoch nicht realitätsnah, da die Werte aus der VDI zu alt sind. Man kann davon ausgehen, dass der Stand der heutigen Technik im Sanitärbau diese Werte weit unterschreitet. Eine aktualisierte Version der VDI 3807-3 lag bis zur Vollendung dieser Arbeit nicht vor.

Wasserverbrauchskennwerte nach AGES

Um dem Missstand der veralteten Daten aus dem Weg zu gehen lohnt es sich, sich anderer Datengrundlagen zu bedienen. Eine Möglichkeit ist die Onlinedatenbank der ages GmbH.⁷⁷ Diese stellt eine Erfassungsmaske zur Verfügung, in der sich die Verbrauchsdaten eintragen und entsprechende Kennwerte berechnen lassen.

Die Kennzahlen des Justizzentrum Chemnitz wurden nach den oben schon beschriebenen Formeln berechnet, nur dass als Bezugsfläche die Brutto-Grundfläche genutzt wurde:

$$V_{BGF} = \frac{V_{VW}}{B_{BGF}}$$

⁷⁶ Eigene Berechnungen in Verbindung mit VDI 3807-3; Seite 17; Tabelle 2

⁷⁷ <http://kw2003.de>.

mit:

V_{BGF} Wasserverbrauchskennwert nach m^2 Brutto-Grundfläche in $l/m^3 \cdot a$

V_{VW} jährlicher Wasserverbrauch in m^3

B_{BGF} Brutto-Grundfläche in m^2

	Justizzentrum Chemnitz			AGES	
Jahr	2009	2010	Vertragswert	Modus	Richtwert
V_{BGF}	127,10	123,36	76,13	143,0	73,0

Tabelle 17 Vergleich Wasserverbrauchskennwert nach AGES⁷⁸

Der Vergleich der Wasserverbrauchskennzahlen auf Basis der Datenbasis der ages GmbH (Tabelle 17) zeichnet ein anderes Bild, da diese auf Werten aus dem Jahre 2005 basieren. Auch ist die Datenbasis breiter. Für die Kennzahlen gibt ages eine Anzahl von 1859 Stück an⁷⁹, wohingegen die VDI Kennzahlen für Gerichtsgebäude 23 Stück und für Verwaltungsgebäude 110 Stück angibt.⁸⁰

Die Verbrauchskennzahlen bewegen sich im Bereich unterhalb des Modus der den häufigsten Wert einer Verteilung angibt, jedoch aber über dem Richtwert, der dem unteren Quartilmittel entspricht. Daraus lässt sich jedoch nicht ableiten, dass explizit ein Verbesserungsbedarf besteht, da der Wasserverbrauch maßgeblich vom Nutzer und seinen Gewohnheiten abhängt. So kann zum Beispiel ein Verbot von privat beschafften Pflanzen und Geräten zur Getränkebereitung maßgeblich zur Senkung des Wasserverbrauchs beitragen. Weitere Untersuchungen auf Basis der Nutzer sind hier angebracht.

Die Untersuchung bestätigt aber den Verdacht, dass der auf Planungswerten beruhende Vertragswert für den Wasserverbrauch zu niedrig angesetzt ist. Für eine qualitative Bewertung des Wasserverbrauchs ist der Vertragswert also nicht als Solllinie dienlich.

5.3.4 Kennzahlen Heizenergie

Wie schon im Kapitel 5.3.2 wird für die Kennzahlen der Heizenergie die VDI 3807 herangezogen. Hierbei werden die Kennwerte aus Blatt 2 verwendet. Es wird darauf hingewiesen, dass die zugrunde liegenden Daten aus den Jahren 1993-1995⁸¹ stammen.

⁷⁸ Eigene Berechnungen in Verbindung mit Kennwerten ages GmbH

⁷⁹ <http://kw2003.de>.

⁸⁰ Vgl VDI 3807-3; Tabelle 17.

⁸¹ Vgl VDI 3807-2; Seite 6.

Also ist auch hier eine Abweichung aufgrund geänderter Baustandards zu erwarten. Weiterhin werden die Daten der ages GmbH verwendet.

Als Basis werden die witterungsbereinigten Werte aus Tabelle 18 eingesetzt. Diese Werte sind jeweils über das Gradtagverfahren sowie über Heizgradtage mit den Gradtagen der Wetterstation Würzburg bereinigt.

	Würzburg	Dresden		G_t		E_{VH}	
		2009	2010	2009	2010	2009	2010
GTZ _{15/20}	3883	3640,8	4086	1,07	0,95	1035,56	1117,92
G ₁₅	2524	2467,7	2678,7	1,02	0,94	993,12	914,89

Tabelle 18 Witterungsbereinigung der Heizenergieverbrauchsdaten⁸²

Heizenergieverbrauchskennwert nach VDI 3807-2

Zur Ermittlung der Heizenergieverbrauchskennwerte nach VDI 3807-2 wird anstelle der üblichen Bezugsflächen die in Tabelle 15 (Kapitel 5.3.2) definierte, beheizbare Brutto-Grundfläche verwendet. Der spezifische Heizenergieverbrauch wurde über die Gradtaganwendung (G₁₅) witterungsbereinigt.

Um die spezifischen Kennzahlen des Justizzentrums Chemnitz vergleichbar zu machen, werden wiederum die Berechnungsvorschriften der VDI 3807 angewendet:

$$e_{VH} = \frac{E_{VH}}{BGF_{heiz}}$$

mit:

e_{VH} Heizenergieverbrauchskennwert in kWh/(m²a)

E_{VH} bereinigter Heizenergieverbrauch in kWh/a

BGF_{heiz} beheizbare Brutto-Grundfläche in m²

	Justizzentrum Chemnitz			VDI 3807-2	
	2009	2010	Vertragswert	Richtwert	Mittelwert
evh	53,46	49,25	72,67	70,0	107,5

Tabelle 19 Vergleich Heizenergieverbrauchskennwert nach VDI 3807-2⁸³

Auch in diesem Vergleich wurden der Richt- und Mittelwert aus dem Mittel zwischen den Werten die für Gerichtsgebäude und denen für Verwaltungsgebäude gebildet. Eine

⁸² Eigene Berechnungen.

⁸³ Eigene Berechnung in Verbindung mit VDI 3807-2; Seite 8; Tabelle 2

detaillierte Übersicht ist in Anhang II angefügt. Über den Stichprobenumfang wird in der VDI 3807-2 keine Angabe gemacht, es wird lediglich beschrieben, dass die eingeflossenen Daten aus den Jahren 1993 bis 1995 stammen.

Der Vergleich spiegelt die Eingangsvermutungen, dass hier deutliche Unterschreitungen zu erwarten sind, wieder. So wird der Mittelwert um über 50% unterschritten und der Richtwert, der das untere Quartilmittel darstellt, um 23% und 29% unterschritten.

Heizenergieverbrauchskennwert nach AGES

Auch die ages GmbH gibt bei ihren, im Internet verfügbaren Kennzahlen den Heizenergieverbrauch für die in der Untersuchung untersuchten Objekte an. Hierbei wird der Heizenergieverbrauch jedoch auf die Brutto-Grundfläche bezogen und mit der Heizgradtagmethode ($G_{15/20}$)⁸⁴ bereinigt. Dies hat zur Folge, dass neben den umschließenden Bauteilen, die ebenfalls Heizenergie aufnehmen, auch die unbeheizte Tiefgarage in die Berechnung mit einbezogen wird.

	Justizzentrum Chemnitz		AGES	
Jahr	2009	2010	Modus	Richtwert
Evh	41,27	44,56	84,0	57,0

Tabelle 20 Vergleich Heizenergieverbrauchskennwert nach AGES⁸⁵

Der Vergleich bestätigt zum einen die Vermutung, dass die einbezogene Fläche der Tiefgarage den Verbrauchswert weit herabsetzt. Geht man jedoch davon aus, dass nur ein kleiner Teil der durch die ages GmbH untersuchten Objekte über eine Tiefgarage verfügt und diese deshalb nicht mit berücksichtigt wurden, muss man die Kennzahlen des Heizenergieverbrauchs auf der Basis der beheizbaren Brutto-Grundfläche berechnen.

	Justizzentrum Chemnitz			AGES	
Jahr	2009	2010	Vertragswert	Modus	Richtwert
evh	55,75	60,18	72,67	84,0	57,0

Tabelle 21 Vergleich Heizenergieverbrauchskennwert BGF_{heiz} ⁸⁶

⁸⁴ Vgl <http://www.kw2003.de>.

⁸⁵ Eigene Berechnungen in Verbindung mit ages GmbH

⁸⁶ Ebenda.

Der Vergleich in Tabelle 21 auf Basis der beheizbaren Brutto-Grundfläche zeigt, dass der Heizenergieverbrauch sich im unteren Viertel der durch die ages GmbH untersuchten Objekte befindet. Dies spiegelt auch das positive Bild der Istanalyse wieder.

5.3.5 Kennzahlen elektrische Energie

Im Kapitel 5.2.3 Istanalyse Stromverbrauch wurde festgestellt, dass der Stromverbrauch über dem Vertragswert liegt. Mit Hilfe der Kennwerte aus der VDI 3807-2 und der ages GmbH soll nun geklärt werden, ob und in welcher Höhe Verbesserungsbedarf über der Solllinie hinaus besteht. Dazu wird in bekannter Weise der Energieverbrauch der zu untersuchenden Jahre mit der Bruttogrundfläche des Gebäudes in Verhältnis gesetzt und den entsprechenden Vergleichswerten gegenüber gestellt. Da sich die beiden Vergleichswerte in der Berechnung nicht unterscheiden, wird auf eine getrennte Ausweisung der Verfahren verzichtet. Beide, sowohl VDI 3807-2 als auch ages GmbH, nutzen die Energiebezugsfläche, was bei Verwaltungs- und Gerichtsgebäuden der Nettogrundfläche entspricht. Somit ergibt sich:

$$e_{VS} = \frac{E_{VS}}{NGF}$$

mit:

e_{VS}	Verbrauchskennwert elektrische Energie in kWh/(m²a)
E_{VS}	Jahresverbrauch elektrische Energie in kWh/a
NGF	Netto-Grundfläche in m²

	Justizzentrum Chemnitz			VDI 3807-2		AGES	
Jahr	2009	2010	Vertragswert	Richtwert	Mittelwert	Modus	Richtwert
evs	38,67	39,29	35,95	13,0	8,0	19,0	10,0

Tabelle 22 Vergleich Verbrauchskennwert elektrische Energie ⁸⁷

Bei der Berechnung des Verbrauchskennwertes für elektrische Energie fällt sofort auf, dass der Wert weit über denen der VDI und der ages GmbH liegt. Solch eine Abweichung kann nicht mehr mit falschem Betrieb erklärt werden. Vielmehr ist die Ursache im Gebäudealter zu suchen. So kann davon ausgegangen werden, dass die Gebäude, deren

⁸⁷ In Verbindung mit VDI 3807-2 und ages GmbH

Daten in die Untersuchung der VDI 3807-2 eingegangen sind, mindesten 20 Jahre älter sind als das Justizzentrum. Somit ist der Grad der Technisierung der gebäudetechnischen Ausstattung um ein vielfaches geringer. Das Alter der Gebäude, welche in die Untersuchung der ages GmbH eingeflossen sind, kann nicht nachvollzogen werden. Jedoch ist auch hier davon auszugehen, dass die Gebäude das Alter des Justizzentrums weit übersteigen. Fraglich ist hier also, wie der Verbrauch des Justizzentrums verglichen werden kann.

Um dem hohen Grad der technischen Ausstattung Rechnung zu tragen, werden die bisher verwandten Kennzahlen außer Acht gelassen und stattdessen die Vergleichswerte der EneV 2009 gegenüber gestellt. Auch die Daten der EneV 2009 werden über die Netto-Grundfläche berechnet. Es bedarf also keiner Änderung. Die Vergleichswerte wurden in der „Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand“⁸⁸ vom 26.07.2007 veröffentlicht und bilden die Grundlage für die Vergleichswerte der aushangpflichtigen Energieausweise.

Jahr	Justizzentrum Chemnitz		Vertragswert	ENEV 2009	
	2009	2010		Gerichtsgebäude >3500m ²	Verwaltungsgebäude mit hoher technischer Ausstattung
E _{vs}	38,67	39,29	35,95	35,0	65,0

Tabelle 23 Vergleich Verbrauchskennwert elektrische Energie auf Basis EneV 2009⁸⁹

Der Vergleich mit Kennzahlen neueren Alters zeigt, dass auch bei diesen der gestiegene Energiebedarf berücksichtigt wurde. Somit liegt der Verbrauch des Justizzentrums Chemnitz zwar leicht über dem Vergleichswert für Gerichtsgebäude, jedoch unterschreitet es den eines Verwaltungsgebäudes um ca. 40%.

5.4 Zusammenfassung Verbrauchsanalyse und Energiekennwerte

Die Analysen und Kennwerte spiegeln das gleiche Bild in ihren Bereichen wieder. Für den Wasserverbrauch bestätigte sich die Eingangsvermutung, dass der Verbrauch zwar unter der Forderung die vertraglich festgelegten Werte einzuhalten viel zu hoch ist, aber unter qualitativen Gesichtspunkten nichts zu beanstanden ist. Als weiteres Vorgehen muss hier der Zielverbrauch angepasst werden.

⁸⁸ Abgerufen unter <http://bbrs.bund.de> am 23.06.2011

⁸⁹ Eigene Berechnungen in Verbindung mit Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand

Der Teil der Wärmeenergie ist vergleichsweise positiv zu bewerten. Der Verbrauch liegt unterhalb der vertraglich geregelten Sollmenge. Ein expliziter Verbesserungsbedarf besteht hier nicht, sollte aber unter dem Grundsatz der stetigen Verbesserung immer mitbetrachtet werden.

Der Abschnitt elektrische Energie weist hier das offensichtlichste Defizit auf. Hier müssen Maßnahmen ergriffen werden, um den Verbrauch nachhaltig zu mindern. Das heißt, dass dieser auch nach nicht zu steuernden Einflüssen unterhalb der Soll-Linie liegt. An welcher Stelle die einzelnen Verbrauchsdefizite auftreten kann jedoch mit der installierten Zählerkonfiguration nicht festgestellt werden.

6 Maßnahmen

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Verbesserungsmaßnahmen, die sich aus der Ist-Analyse der Verbrauchsdaten ergeben haben und bei denen es vorteilhaft erscheint, diese in Zukunft umzusetzen. Vorangestellt sollen jedoch erst einmal die Maßnahmen genannt werden, die vom Betreiber bereits umgesetzt wurden oder die sich in der Umsetzungsphase befinden.

6.1 Bisher umgesetzte Schritte

Wie in Kapitel 4.3 festgestellt, ist das Energiemanagement im Justizzentrum Chemnitz bereits implementiert. Die daraus abgeleiteten Maßnahmen beziehen sich zum großen Teil auf die sogenannte „Einschwingphase“ des Projektes, also alle Schritte um die gebäudetechnischen Anlagen auf das Nutzungsprofil der Nutzer anzupassen. Ein weiterer Teil sind direkte Optimierungsmaßnahmen, um den Energieverbrauch zu senken.

6.1.1 Non - Investive Maßnahmen

Heizungsanlage

Hierbei wurden in die Steuerung der GLT die Nutzungszeiten der Nutzer einprogrammiert und die Heizungsmodi an diese angepasst. Weiterhin wurden auch die Jahresfeiertage eingepflegt. Um jedoch eine nicht den Außentemperaturen entsprechende Abnahme aus dem Fernwärmenetz zu vermeiden, wurde das technische Betriebspersonal angewiesen, die Pumpensteuerung manuell über den GLT-Leitrechner zu überwachen und falls nötig einzugreifen.

Raumluftechnische Anlage

Für die Teilklimatisierung der Gerichtssäle sowie der IT-Räume (Serverraum, Etagenverteiler) wurde, für entsprechende Witterungsbedingungen, eine freie Kühlung in die Steuerung des Kältegerätes programmiert. Somit setzt diese erst ab Temperaturen über 10,8°C ein. Damit wird an kälteren Tagen nur über den Kaltwassersatz gekühlt.

In Absprache mit der zuständigen IT-Abteilung des Nutzers, wurde die Einschalttemperatur, ab der die Umluftkühlgeräte der IT-Räume einsetzen, von 20°C auf 23°C erhöht. Dies hat zur Folge, dass der Kühlfall für diese Bereiche seltener (Serverraum), bis überhaupt nicht mehr (Etagenverteiler) auftritt.

Außerdem wurde in der GLT die Umluftklappensteuerung für den manuellen Betrieb freigegeben. Somit kann diese vom betriebstechnischen Personal nun händisch gesteuert werden.

Beleuchtung

Die Schaltzeiten der Außen- und Architekturbeleuchtung werden regelmäßig, manuell an die Außenlichtbedingungen angepasst. Die Beleuchtung der Magistralen wird ebenfalls manuell durch das betriebstechnische Personal geschaltet. Weiterhin wurden in den Treppenhäusern aus jeder zweiten Lampe die Leuchtmittel entfernt. Auch die Beleuchtung der Flure wurde an die Nutzungszeit angepasst. So wird in den nicht öffentlichen Zeiten die Beleuchtung über Bewegungsmelder gesteuert. Während der Abwesenheit der Bediensteten ist die Beleuchtung aus und kann über Taster eingeschaltet werden.

Die Beleuchtung der Tiefgarage wurde auf das zulässige Maß reduziert. So wurden bei einem Drittel der Lampen die Leuchtmittel entfernt und eine Steuerung über Bewegungsmelder installiert.

6.1.2 Investive Maßnahmen

Energiezähler

Das Zählerkonzept des Justizzentrums Chemnitz wurde bereits mehrmals erweitert. In einer ersten Runde wurde 4 Monate nach Betriebsaufnahme ein Außenwasserzähler, zur Gegenrechnung mit dem Abwasser und ein Unterzähler zur Abrechnung gegenüber dem Cafeteriapächter installiert. Die zweite Runde der Erweiterung fand dann im Mai 2010 statt. Hier wurde der Haustechnikzähler sowie der Zähler im Serverraum installiert. Bereits im ersten Quartal 2010 wurde das System der Ennovatis Smart Box installiert und die Hauptzähler der einzelnen Medien sowie ein Temperatursensor aufgeschaltet. Später folgte dann die Vorbereitung des nachgerüsteten Zählers für den Serverraum und des Stromzählers für die Cafeteria für die Aufschaltung auf die Ennovatis Smart Box mittels M-Bus-Wandler. Im Fall des Cafeteriazählers stellte sich die Situation jedoch so dar, dass der M-Bus-Wandler nicht konfiguriert war. Dies wurde mit Hilfe vom betriebstechnischen Personal nachgearbeitet. Auch im Fall der Zählers Serverraum traten beträchtliche Probleme bei der Anbindung an die Smart Box auf. Zum einen stellte sich heraus, dass eine falsche Verkabelung in einem Etagenverteiler dazu führte, dass kein Signal weitergeleitet wurde, zum anderen war ein falscher Umrechnungsfaktor im M-Bus-Wandler programmiert.

Beleuchtung

Durch eine Untersuchung der Arbeitshygiene wurde festgestellt, dass in ca. 25% der Büros die Beleuchtungsstärke der installierten Deckenbeleuchtung um 500lx zu hoch ist. Daraufhin wurden die Leuchtmittel in den betroffenen Räumen von 49W T5 auf 32W T5 umgerüstet.

6.2 Zählerkonzept

Um Maßnahmen gezielt einleiten und überprüfen zu können ist es sinnvoll, das Zählernetz zu verfeinern. Dies ist jedoch nur für die elektrischen Energieverbraucher von Nöten, da der Wasserverbrauch, aufgrund seiner starken Nutzerabhängigkeit, nicht steuerbar ist und ein feingliedriges Messnetz für die Heizenergie kaum mehr Erkenntnisse bringen würde.

Die erste Anforderung an ein Zählerkonzept ist, dass der Energieverbrauch gegenüber dem Lieferanten abgerechnet werden kann. Dies ist mit den Hauptzählern schon abgedeckt. Für das Energiemanagement ist dies aber nicht zureichend. Hier muss das Zählerkonzept in der Lage sein, den Verbrauch an den Stellen abzubilden, an denen es zu den höchsten Verbräuchen im Netz kommt. Das bedeutet, es muss das Personal in die Lage versetzen den Verbrauch nachvollziehen zu können, damit es auf Basis der Informationen Entscheidungen über eventuelle Maßnahmen treffen kann.

Um eine Erweiterung des Zählkonzeptes zu entwickeln, wird dies in zwei Phasen geteilt. Phase 1 stellt die mindestens nötigen Erweiterungen dar, um die Datenbasis zu erzeugen die notwendig ist, das Energiemanagement weiter auszubauen. Phase 2 ist eine Erweiterung um erweiterte Maßnahmen, wie Nutzermotivation und zonierte Verbräuche darzustellen.

6.2.1 Erweitertes Zählerkonzept (Phase 1)

Um das Zählerkonzept zu erweitern, stellen sich zuerst zwei Fragen:

- Was wird bereits gemessen?
- Was muss gemessen werden?

Auf die Frage was bereits gemessen wird hilft eine Übersicht der bereits installierten Stromzähler. Dabei ist die Kenntnis über die daran angeschlossenen Anlagen von Bedeutung. Tabelle 24 zeigt eine Übersicht über die zu den Zählern gehörigen Anlagen.

Ort	Art	Beschreibung
Transformatorstation	Hauptzähler Hoch- und Niedertarif	Wirkleistungszähler und Blindleistungszähler der Stadtwerke Chemnitz zur Verbrauchserfassung und Abrechnung ggü. Projektgesellschaft
Gebäudehauptverteiler Allgemeinnetz Feld 3	Unterzähler	Wirkleistungszähler zur Abrechnung des Verbrauchs ggü. Cafeteriapächter
Gebäudehauptverteiler Allgemeinnetz Feld 5 Teil 1	Unterzähler	Wirkleistungszähler zur Überwachung des Verbrauchs der Informationsschwerpunkte: Fernwärme, Fußbodenheizung Haftzellen, Heizung, Lüftung Archive, Lüftung Küche, RLT 6+7, Lüftung RLT 1
+0B/SUV2/PC (Serverraum)	Unterzähler	Wirkleistungszähler zur Überwachung des Verbrauchs der Server und installierten Umluftkühlgeräte im Raum
Gebäudehauptverteiler Ersatznetz Feld 1	Unterzähler	Wirkleistungszähler zur Überwachung des Ersatznetzes
Gebäudehauptverteiler Ersatznetz Feld 3	Unterzähler	Wirkleistungszähler zur Überwachung des durch die Netzersatzanlage eingespeisten Stroms

Tabelle 24 Übersicht Zähleinheiten und zugehörige Anlagen

Dabei sind im Ersatznetz alle wichtigen Anlagen der Gebäudesicherheit wie Brandmeldeanlage, Einbruchmeldeanlage, Schließsystem, Notbeleuchtung und die Aufzüge installiert.

Die erste Frage ist auch die Frage nach der Zählerhierarchie. Das heißt, welche Hauptzähler und welche Unterzähler sind vorhanden und wie sind sie strukturiert. Ausgehend vom Hauptzähler, ist das Messkonzept in der Struktur in Abbildung 22 aufgebaut.

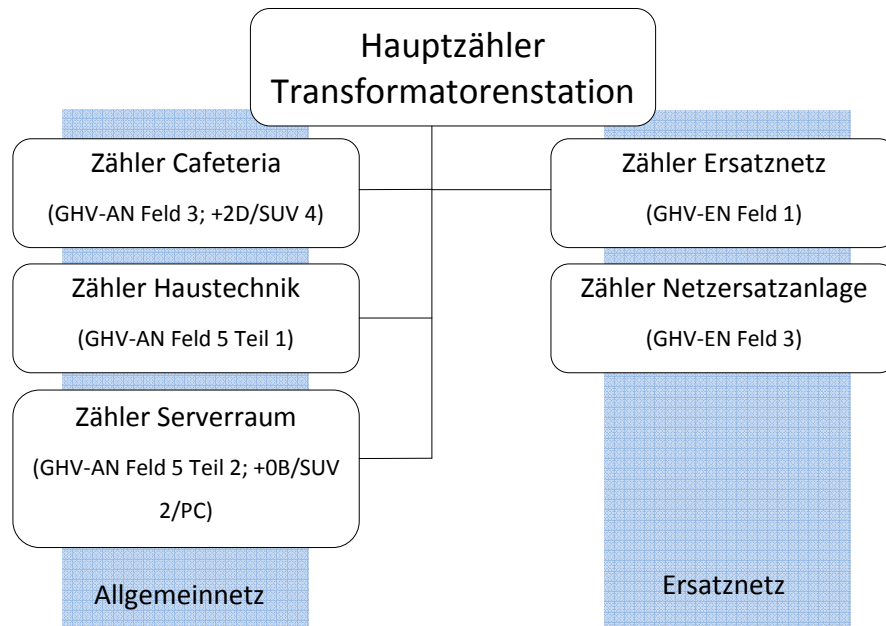


Abbildung 22 Zählerstruktur Justizzentrum Chemnitz⁹⁰

Dabei fällt auf, dass einige wichtige Hauptverbraucher fehlen, was zur zweiten Frage führt. Um die Hauptverbraucher im Justizzentrum auch im Zählerkonzept abzubilden, wurden nach Untersuchung der Struktur der Elektroverteilung (Anhang V) folgende Verbraucher identifiziert:

- IT (PC-Netz und Netzwerkinfrastruktur)
- Kühlgerät
- Licht und allgemeine Stromversorgung
- Mess,- Steuer und Regeltechnik (MSR)
- Heizung und Lüftung
- Sicherheitstechnik

Derzeit wird von den oben aufgezählten Verbrauchern nur die Sicherheitstechnik (Zähler Ersatznetz) und die MSR sowie die Verbraucher der Heizung und Lüftung (beide Zähler Haustechnik) messtechnisch erfasst. Dabei ist jedoch der Zähler des Ersatznetzes nicht auf die computergestützte Zählererfassungssoftware (Ennovatis Smart Box) aufgeschaltet. Daher wird vorgeschlagen, den Zähler Ersatznetz (GHV-EN Feld 1) mit Hilfe des Impulsausgangs auf die Software aufzuschalten, einen zusätzlichen Zähler für das Kühlgerät (GHV-AN Feld 4 ISP 8) und einen gesonderten Zähler für das IT-Netz (GHV-AN Feld 5 Teil 2) zu installieren. Die Lichtkreise und die allgemeine Stromversorgung

⁹⁰ Eigene Darstellung.

ergäben sich dann rechnerisch aus der Subtraktion der restlichen Zähler vom Verbrauch des Hauptzählers.

Damit ergibt sich in der Struktur nun folgendes Bild:

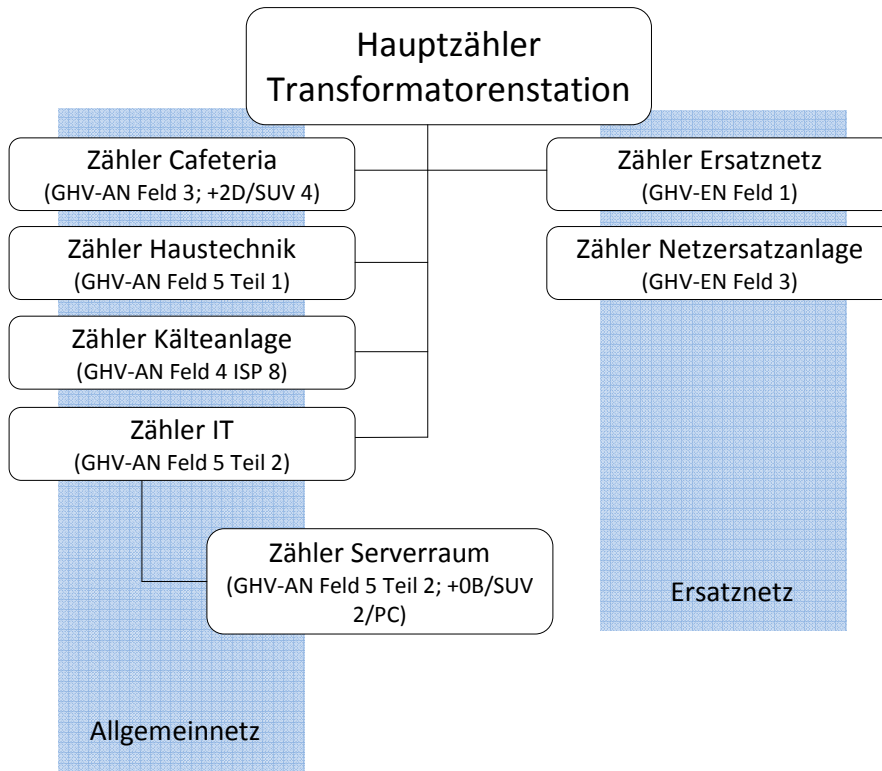


Abbildung 23 Erweiterte Zählerstruktur Phase 1⁹¹

Die sich in Abbildung 23 ergebende Struktur ist die Minimalkonfiguration für den Ausbau des Energiemanagementsystems. Damit lassen sich verlässliche Aussagen über die Grundlast des Gebäudes bilden. Weiterhin ist beispielsweise möglich, bei Neubeschaffung von IT-Komponenten (PC-Arbeitsplätze; Tausch von Server-Hardware) durch den Kunden, belastbare Aussagen über Mehr- oder Minderverbrauch dieser Ausstattung zu treffen und diese in eventuelle Nachverhandlungen über die vertraglich vergüteten Verbrauchsmengen einfließen zu lassen. Diese Informationen sind für den Betreiber insofern wichtig, dass bei einer Vertragslaufzeit von 20 Jahren und einer durchschnittlichen Standzeit der PC-Arbeitsplätze, mindestens 3 komplette Wechsel der Hardware zu erwarten sind.

Weiterhin ließen sich Aussagen über den Verbrauch der Kältemaschine treffen. Da dieser zur Zeit der Untersuchung völlig im Dunkeln liegt, gerät jede Überlegung einer

⁹¹ Eigene Darstellung.

Optimierung zum Rätsel raten. Es kann kein Erfolg oder Misserfolg einer Maßnahme belegt werden.

Ein weiterer Vorteil eines Zählers zur Ermittlung des Verbrauchs der Kältemaschine ist die Möglichkeit, den Energieverbrauch einer Witterungsbereinigung zu unterziehen. Diese Bereinigung kann, im Fall einer Betrachtung im Bereich des Energiemanagements, über Kühlgradtage erfolgen. Ein Kühlgradtag errechnet sich ähnlich wie ein Heizgradtag. Nur wird für die für den Kühlfall zu erreichende Zulufttemperatur (im Justizzentrum Chemnitz 18°C) mit der Außentemperatur verrechnet. Die langjährigen Mittel der Kühlgradtage sind für einen Ort beim deutschen Wetterdienst zu erfragen.

6.2.2 Erweitertes Zählerkonzept (Phase 2)

Dieser Teil der Zählererweiterung stellt nur eine Weiterführung aus Phase 1 dar und wird deswegen nur kurz umrissen werden. Der Verbrauch an Energie jeglicher Art ist maßgeblich auch vom Nutzer abhängig. Je nach Nutzungsart fallen die Nutzungsgewohnheiten der Benutzer unterschiedlich schwer ins Gewicht. So wird der Mitarbeiter in einem Büro einen höheren Anteil am Gesamtenergieverbrauch haben, als der Arbeiter an der Produktionslinie eines Automobilherstellers. Deshalb setzt man seit einiger Zeit auf so genannte „Awareness Campains“, die darauf abzielen, dem Nutzer seinen Verbrauch einer Ressource vor Augen zu führen, um ihn so zu einem bewussteren Umgang mit diesen zu erziehen. Viele dieser Kampagnen sind als durchaus kreativ zu bezeichnen. So werden in manchen PPP-Projekten Schulen dazu aufgerufen „um die Wette“ Energie zu sparen. Der Gewinner erhält einen Preis in Form eines Schulfestes oder ähnlichem. Unter verschiedenen Liegenschaften ist so ein Vorhaben leicht umzusetzen, da bei ihnen meist ein Vergleich der Hauptzähler ausreicht.

Möchte man dies nun in einer einzelnen Liegenschaft durchführen, müsste man zuerst Zonen bestimmen. Diese Zonen wären im Justizzentrum Chemnitz beispielsweise die Staatsanwaltschaft und die Büros des Amtsgerichts. Dazu müsste man jedoch in jeder Unterverteilung des Feldes 2 im Allgemeinnetz einen Zähler anbringen, um alle Datenpunkte zu erfassen. Dies ist ein nicht unerheblicher finanzieller Aufwand. Überschlägig lassen sich Kosten von 500€ je Zähler für die Installation zuzüglich 2 Stunden je Zähler für die Aufschaltung auf die Ennovatis Smart Box (Erfahrungswerte HSGZander) rechnen. Aufgrund dieser Zähler lassen sich nun einzelne Awareness Campains starten und auswerten.

Begründet durch die schwer abzuschätzenden Erfolge dieser Kampagnen und der nicht vorher zu sehenden Akzeptanz auf der Seite der Nutzer, wird aber von dieser Erweiterung abgeraten.

Um jedoch trotz dessen den Energieverbrauch verbraucherorientiert abbilden zu können wird vorgeschlagen, die Felder 2 und 3 jeweils gesamt zu erfassen. Somit ließe sich für den Fall des Feldes 2 zumindest der Energieverbrauch für Beleuchtung und die allgemeine Stromverteilung in den nicht öffentlichen Bereichen (Bauteil A, B und C) darstellen. Ein Unterzähler im Feld 3 des Allgmeinnetzes angebrachter Zähler ermöglicht weiterhin die Erfassung des Verbrauchs der Magistralenbeleuchtung und der allgemeinen Stromverteilung der Gerichtssäle und des Bauteils V. Da die IT dieser Bereiche über eine eigene Unterverteilung verfügt, ließe sich damit zwar nicht der Gesamtenergieverbrauch dieser Zonen messen, es ist aber möglich die nutzerabhängigen Verbräuche (Licht, Abnahme aus Steckdosen) zu visualisieren.

Somit ergibt sich für die Phase2 der Erweiterung des Zählerkonzeptes folgende Struktur:

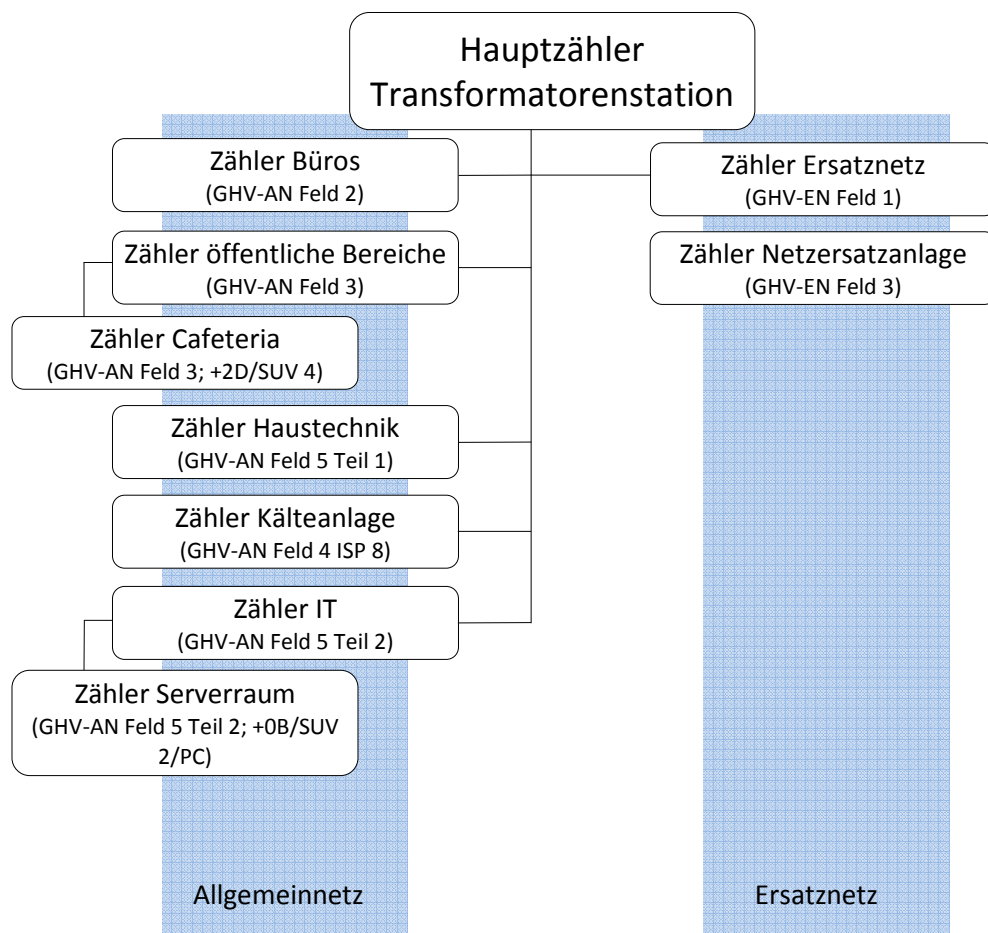


Abbildung 24 Erweiterte Zählerstruktur Phase 2

Abbildung 24 stellt somit die sinnvollste Zählerstruktur für das Justizzentrum Chemnitz dar. Eine Aufschaltung auf das Energiemanagementsystem ließe eine aktive Kontrolle der Stromverbräuche in diesen Bereichen zu.

6.3 Energiecontrolling

Da das Energiecontrollingtool erst im letzten Quartal 2010 endgültig konfiguriert wurde und die letzten Zähler auch erst in diesem Zeitraum auf die Ennovatis Smart Box aufgeschaltet wurden, ist die Menge der Daten derzeit nicht ausreichend, um das System effektiv für Energiecontrolling zu nutzen. Deshalb wurde vorgeschlagen die manuell abgelesenen Zählerdaten in die Datenbank des Servers nachzutragen. Damit ist eine Auswertung der Daten mit Hilfe des Controllingtools zumindest auf Monatsbasis, über den gesamten Projektzeitraum möglich. Darüber hinaus sind ab dem jetzigen Zeitraum auch Auswertungen bis zu einer Auflösung von 15 Minuten möglich. Eine Umsetzung der Maßnahme durch das Center of Competence war bis zur Abgabe dieser Arbeit nicht möglich. Dennoch sollen in den nächsten beiden Abschnitten Maßnahmen zur Verbesserung des Energiecontrolling und des Controllingtools angesprochen werden.

6.3.1 Monitoring

Controllingtool Ennovatis

Das Controllingtool der Ennovatis GmbH eignet sich gut, um zumindest die Verbräuche bis zum Vortag zu analysieren. Hierzu sollte auch der Zähler des Ersatznetzes (siehe Abschnitt 6.2.1 Erweitertes Zählerkonzept (Phase 1)) in das Energiemanagementsystem eingebunden werden.

Ließe sich das realisieren, ist es möglich mittels Visual Data Analyser für die Nachtstunden die Grundlast zu ermitteln.

+ Zähler Haustechnik
+ Zähler Ersatznetz
+ Zähler Serverraum
= Grundlast

Abbildung 25 Berechnung Grundlast

Dies stellt natürlich nicht die echte Grundlast dar, da in dieser Betrachtung die Etagenverteiler der TK-Anlage und der IT-Anlage fehlen. Weiterhin ließen sich aber

durch Abzug aller Unterzähler vom Hauptzähler die nicht gezählten Verbraucher überwachen.

Zähler Transformatorenstation
- Zähler Haustechnik
- Zähler Ersatznetz
- Zähler Serverraum
= nicht gemessener Verbrauch

Abbildung 26 Berechnung nicht gemessener Verbrauch

Eine Schwankung dieses Verbrauchs in den Nachtstunden weist auf nicht abgeschaltete Verbraucher hin. Die Schwankungsbreite beträgt im zweiten Halbjahr 2010 ca. 8%, ausgehend vom Mittelwert des nicht gemessenen Verbrauchs.

	Einheit/Monat	Juni 2010	Juli 2010	August 2010	September 2010	Oktober 2010	November 2010	Dezember 2010
Hauptzähler	MWh	79,871	85,536	76,058	73,524	72,794	79,871	72,477
Haustechnik GHV-AN Feld 5	kWh	8421	7774	6774	6659	8578	16222	9018
Elektrohauptverteilung GHV-EN Feld 1	kWh	10705	10721	10890	11275	12244	10866	11408
Serverraum +0B/SUV2/PC	kWh	8445	8749	8104	8021	8336	8112	7193
nicht gemessener Verbrauch	kWh	52300	58292	50290	47569	43636	44671	44858
Mittelwert	kWh	48802						
Abweichung	%	6,69	16,28	2,96	-2,59	-11,84	-9,25	-8,79
Mittelwert (x>0)	%	8,64						
Mittelwert (x<0)	%	-8,12						

Tabelle 25 Beispielrechnung nicht gemessener Verbrauch⁹²

Die hier beschriebenen Schwankungen beziehen sich auf Monatswerte. Diese Auswertung ist auf Tages- bzw. Nachtstunden aufzulösen.

Abbildung 26 zeigt den Berechnungsweg mittels Visual Data Analyser. Der als Eingang 4 bezeichnete Kanal ist dann in diesem Fall der noch nicht aufgeschaltete Zähler Ersatznetz. Im Prozess zwei wird ein Vergleich zum Durchschnitt. Der Prozess 2 beinhaltet einen Vergleich zu einem festgelegten Grenzwert und sendet bei Überschreitung eine SMS.

⁹² Eigene Berechnungen.

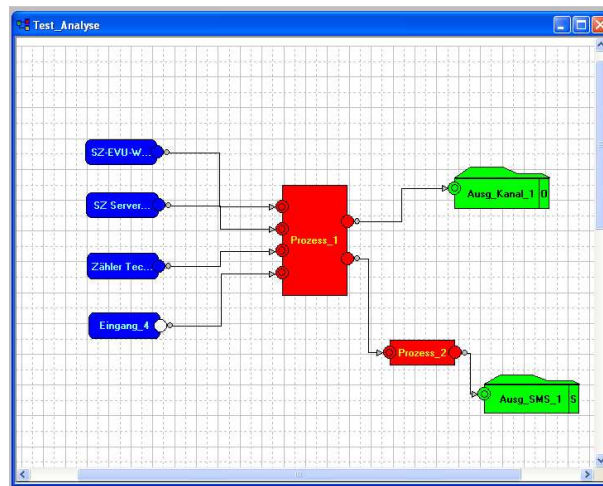


Abbildung 27 Berechnung des nicht gemessenen Energieverbrauchs mit Visual Data Analyser

Zielwerte

Die Ist-Analyse des Wasserverbrauchs hat gezeigt, dass es in diesem Bereich unabdingbar ist, die Soll-Verbrauchslinie an die tatsächlich vorherrschenden Verhältnisse anzupassen. Aber auch im Bereich der Wärmeenergie und des Stroms ist es sinnvoll Zielmarken neben den Vertragswerten einzuführen. Grund hierfür ist die Selbstverpflichtung der stetigen Verbesserung, die sich aus dem Prozessmodell der GEFMA 124-1 ergibt.⁹³

Der Vertragswert für den Wasserverbrauch soll hier aufgrund seiner nicht Erreichbarkeit außer Acht gelassen werden. Hier ist anzuraten, in eventuelle Nachverhandlungen mit dem Auftraggeber zu treten. Inwiefern diese erfolgreich bzw. möglich sind, vermag der Verfasser nicht einzuschätzen. Um aber einen realen Soll-Wert zu erhalten wird vorgeschlagen, den durchschnittlichen Jahresverbrauch der letzten 3 Jahre zu berechnen und diesen als Zielwert zu übernehmen. Dies hat den Vorteil, dass eventuell erkannte und umgesetzte Einsparungen sich im Folgejahr auf den Soll-Verbrauchswert niederschlagen.

Eine ähnliche Vorgehensweise wird für die Verbrauchswerte für Strom und Heizenergie vorgeschlagen. Hier sollte die Berechnung jedoch aufgrund der Witterungsabhängigkeit, auf den durchschnittlichen Monatsverbräuchen der letzten 3 Kalenderjahre beruhen und durch aufsummieren der Jahres-Soll-Wert berechnet werden. Eine standardisierte Minderung des Jahres-Soll-Wertes um beispielsweise 3% kann diskutiert werden. Dies verhindert, dass nach Erreichen der Vertragswerte (hier insbesondere Strom) die Aktivitäten zur Verbrauchsminderung geschwächt werden. Als Beispiel sei hier Tabelle

⁹³ Vgl. GEFMA 124-1; Punkt 6.1

26 angegeben. Derzeit können die Werte jedoch nur auf Basis von 2 vollständigen Kalenderjahren angegeben werden.

Monat	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe
Wasser: m³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3142
Wärme: MWh	250,26	201,01	141,33	45,62	28,88	14,93	0,75	0,83	15,89	69,22	104,09	200,87	1074
Strom MWh	81,33	74,60	81,70	72,49	69,67	78,20	82,02	77,43	74,79	78,25	78,18	73,09	921,74

Tabelle 26 Sollverbrauchswerte auf Basis 2-Jahresdurchschnitt⁹⁴

6.3.2 Reporting

Das Reporting gegenüber den CoC Energy & Sustainability kann als zweckmäßig bezeichnet werden. Jedoch ist das interne Reporting so gut wie nicht vorhanden. Es wird daher vorgeschlagen einen festen Termin im Monat zu setzen, in dem der aktuelle monatliche Verbrauch ausgewertet wird. Sinnvoll ist hierfür die Mitte des Monats, da sich so bereits abschätzen lässt ob die gesetzten Ziele erreicht werden können. Hierzu eignen sich die grafischen Auswertungen mittels Ennovatis Controllingtool. Die Parameter der Auswertung lassen sich speichern und dadurch jeden Monat aktuell laden. Weiterhin ist hier der Export der erzeugten Daten und Übersichten effektiv und schnell zu bewerkstelligen. So lassen sich die somit erzeugten Diagramme als Bilddateien oder in Textverarbeitungsprogramme exportieren.

6.4 Gerichtsaalmanagement

Das Gerichtsaalmanagement war ursprünglich als eine Art ferngesteuertes System geplant. Über einen zentralen Server, der vom Land Sachsen betrieben wird, sollten die Verhandlungen sowie der Belegungsplan der einzelnen Gerichtssäle geplant werden. Mit einem Gateway war nun vorgesehen, die GLT anzusteuern und somit die Konvektorheizung, die Lüftungsanlage, und die Beleuchtung 30 Minuten vor Verhandlung von Economy auf Komfort zu stellen. Da diese Anbindung nicht stattgefunden hat, wird derzeit über ein Bedientableau am Richterpult jede Funktion vom Nutzer einzeln gesteuert. Dies hat zur Folge, dass der Raum erst in den ersten 30 Minuten der Verhandlung aufgeheizt wird. Aufgrund der Programmierung ist jedoch die Geräuschkulisse so hoch, dass es vermehrt zu Beschwerden der Nutzer gekommen ist.

⁹⁴ Eigene Berechnung.

Weiterhin verfügt die Anlage über einen Präsenzmelder, der jedoch unter Umständen, wenn sich die Anwesenden sehr ruhig verhalten, den Gerichtssaal als nicht belegt meldet. Daraufhin wird das Licht abgeschaltet und die Lüftungsanlage auf Economy zurück gestellt. Ein weiteres Problem besteht darin, dass die Temperatursensoren für die Gerichtssäle in den Bedientableaus installiert sind. Dies führt bei direkter Sonneneinstrahlung zu Falschmeldung und zu Fehlbedienung durch den Nutzer. Außerdem kommt es durch unterschiedliche Nutzungsgewohnheiten der Nutzer der Gerichtssäle dazu, dass in die Steuerung der Jalousieanlage über den Handschalter eingegriffen wird. Bedingt durch eine dadurch überhöhte Sonneneinstrahlung und dem damit verbundenen Wärmeeintrag in den Raum, heizt sich dieser in den kühlungsrelevanten Monaten stark auf. Der Nutzer versucht das wiederum durch mindern der Zulufttemperatur der Lüftungsanlage zu kompensieren.

Es wird empfohlen, die Aufheizphase der Gerichtssäle durch das betriebstechnische Personal vornehmen zu lassen. Dazu muss mit dem Nutzer ein Ablauf gefunden werden, inwiefern der Betreiber Kenntnis über die geplante Belegung der Gerichtssäle erlangen kann. Der einfachste Weg wäre sicherlich die Vormeldung durch das Amts- und das Landgericht am Vortag der Verhandlung.

Um die Probleme mit den Präsenzmeldern zu umgehen wird vorgeschlagen, einen zweiten Präsenzmelder zu installieren, dessen Erfassungsfeld sich mit dem des bereits installierten überschneidet. Dies erhöht die Erfassungssicherheit im System. Sollten diese Investitionen getätigt werden ist zu überlegen, ob man diesen zweiten Präsenzmelder als Tageslichtsensor nutzt, um über diesen die Jalousiesteuerung des einzelnen Raums zu realisieren. So könnte bei Nichtbelegung die Jalousie standardmäßig geschlossen sein. Bei Präsenz werden die Jalousien soweit durch Drehung geöffnet, bis die Beleuchtung ausreicht. So wird übermäßiger Wärmeeintrag durch Sonneneinstrahlung vermieden und die Kältemaschine entlastet. Dies kann nur einhergehen durch Deinstallation der Handsteuerung

Weiterhin sollten die Wärmesensoren von den Richterpulten an einen anderen Ort im Raum verlegt werden.

6.5 Nutzersensibilisierung

Wie bereits definiert, zielt Energiemanagement auf einen effizienten Umgang mit Energiemedien ab. Das bedeutet, so wenig wie möglich Energie zu verbrauchen bei einem vordefinierten Qualitätslevel. Dieser Prozess ist jedoch nicht allein vom Betreiber des Gebäudes beeinflussbar. Vielmehr muss auch der Nutzer dazu beitragen, den Energieverbrauch des Gebäudes auf einem optimalen Niveau zu halten. In der Privatwirtschaft erfolgt dies meist über Unternehmensleitsätze oder Arbeitsanweisungen. Im kommunalen Bereich hat dies jedoch noch nicht Einzug gehalten. Aufgrund der Pilotstellung des Justizzentrums Chemnitz eröffnet sich hier jedoch die Möglichkeit, den Nutzer mit in das Energiemanagement einzubeziehen. Dazu ist es nötig der „Es gehört mir nicht – also interessiert es mich nicht“-Mentalität entgegenzuwirken.

Ein wichtiger Weg dies zu erreichen ist es, den Nutzer über die Aktivitäten des Betreibers in Kenntnis zu setzen und ihm Mittel und Wege aufzuzeigen, wie er den Energieverbrauch in seinem persönlichen Umfeld gering halten kann, ohne seinen gewohnten Komfort zu verlieren. Dies könnte in Absprache mit den verantwortlichen Führungsebenen, auf der Seite des Auftraggebers, über einen E-Mail Newsletter geschehen. Zusätzlich sollte ein Anreiz geschaffen werden, der den Nutzer nachhaltig motiviert in seiner Umgebung auf effizienten Umgang mit Ressourcen zu achten. In den folgenden Unterpunkten soll der Prozess der Nutzermotivation, der schematische und inhaltliche Aufbau des Newsletters sowie weitere Maßnahmen der Nutzermotivation beschrieben werden.

6.5.1 Aufbau und Inhalt Newsletter

Um eine Motivation beim Nutzer aufzubauen, muss eine Frage beantwortet werden. Wie baue ich Motivation auf? Oder anders gefragt: Wie gewinne ich den Nutzer für mein Anliegen? Geht man davon aus, dass der Nutzer sich in erster Linie mit seinen originären Tagesaufgaben beschäftigt, wird klar, dass für ihn meist schon der Anreiz fehlt sich mit dem Gebäude in dem er arbeitet, zu beschäftigen. Weiterhin nimmt der Nutzer zwar den Dienstleister in seinem täglichen Arbeitsablauf wahr, da Energiemanagement aber im Hintergrund stattfindet, wird es nicht als Handlungsfeld des Dienstleisters gesehen.

Der Status quo

Deshalb sollte im ersten Schritt Wissen über das Gebäude und über die Aktivitäten des Betreibers, im Zusammenhang mit dem Thema Energie vermittelt werden.

Beispielhaft könnten hier stehen:

- Eckdaten des Gebäudes
 - Fläche
 - Anzahl der Büros
 - Anzahl der Nutzer
 - Anzahl der Besucher
 - Verbrauch über den Berichtszeitraum
- Aktivitäten des Betreibers
 - Vorstellung des Energiemanagementsystems
 - Erklären von durchgeführten Maßnahmen

Dabei sollte in jedem Newsletter eine andere Maßnahme erklärt werden. Somit wird der Nutzer an „sein Gebäude“ herangeführt.

Wissensvermittlung

Hier werden dem Nutzer Maßnahmen vermittelt, den Energieverbrauch in seinem Bereich zu beeinflussen. Dies geschieht über ein Merkblatt, in dem die Bedienung der Heizung, richtiges Lüften und der Umgang mit Bürogeräten vermittelt wird. Dieser Teil des Newsletter sollte immer mit dem Hinweis auf den persönlichen Vorteil begründet sein. So muss darauf hingewiesen werden, dass beispielsweise das Stoßlüften den Raum nicht so sehr auskühlen lässt, wie die Kippstellung des Fensters und dass so viel schneller ein behagliches Klima hergestellt wird. Es wird empfohlen, dieses Merkblatt zum Anfang und zum Ende der Heizperiode zu verteilen und dem dementsprechend anzupassen. Somit könnte auch der richtige Umgang mit den Jalousien vermittelt werden, um Wärmelasten durch Sonneneinstrahlung zu vermindern. Ein Entwurf der Merkblätter ist im Anhang III zu dieser Arbeit beigefügt.

Weiterhin sollte eine Kontaktperson benannt werden, die Informationen zum Bereich Energiesparen beantwortet.

Anreize

Der Nutzer wird sich jedoch nur an die ihm gegebenen Empfehlungen halten, wenn er auch einen Nutzen in seinen Aktivitäten erkennt. In der aktuellen Zählerkonfiguration ist es nicht möglich ihm die Effekte darzustellen, die sich aus der Umstellung seiner Gewohnheiten ergeben. Demnach sollte man die Verbrauchseinsparung anhand eines Basisjahres abbilden und diese Einsparung auch in CO₂-Ausstoß/Nutzer umrechnen. Sollte die in 6.2.2 beschriebene Zählerstruktur umgesetzt werden, könnte man jedoch dem Nutzer effektiv zeigen welche Einsparungen erzielt wurden. Weiterhin könnte man ein Energiesparziel für den Bereich Büros ausgeben und bei Erreichen dieser ein Incentive, wie beispielsweise Gutscheine oder ein Mitarbeiterfest, ausloben.

Zeitraum

Es wird empfohlen, den Newsletter Quartalsweise zu versenden. Dieser Zeitraum scheint optimal, da sich in dieser Zeit Änderungen bei den verbrauchten Energiemengen schon erkennen lassen, aber der Inhalt des letzten Newsletters noch nicht in Vergessenheit geraten ist. Außerdem ist dies deckungsgleich mit dem jahreszeitlichen Wechsel der Außenbedingungen und lässt auch den Nutzer erkennen, wie sich der Verbrauch der einzelnen Medien ändert.

6.5.2 Weitere Maßnahmen zur Nutzermotivation*Informationsmaterial*

Ein probates Mittel um Wissen im Umgang mit Energie zu vermitteln, ist die Auslage von Broschüren. Hier kann entweder auf eine selbst verfasste Broschüre, was den Servicecharakter und die Kompetenz des Unternehmens unterstreicht oder vorgefertigte Broschüren⁹⁵ anderer Initiativen zurückgegriffen werden.

Energieaktionstag

Die Durchführung eines Energieaktionstages führt ebenfalls zur Vermittlung von Wissen. Hier sollte jedoch die Verbindung zum Privathaushalt geschaffen werden, um dem Nutzer einen Mehrwert zu vermitteln. Dies schafft natürlich auch ein Umdenken im Verhalten am Arbeitsplatz. Inhaltlich könnten hier Exponate ausgestellt werden, die beispielsweise verdeutlichen, welche Menge Wasser ein tropfender Wasserhahn im Jahr

⁹⁵ Beispielsweise: „EnergieEffizienz mit Köpchen – Stromsparen am Arbeitsplatz“; Deutsche Energie-Agentur; Abrufbar unter: www.energieeffizienz-im-service.de/nutzermotivation/toolbox.html.

bedeutet. Oder wie viel CO₂-Ausstoß ein im Standbybetrieb befindliches Fernsehgerät verursacht. Dieser Energieaktionstag sollte jedoch erst durchgeführt werden, wenn alle anderen Maßnahmen bereits umgesetzt wurden und bei den Nutzern ein Fokus auf Energiesparen geschaffen wurde.

6.6 Zusammenfassung Maßnahmen

Die hier vorgeschlagenen Maßnahmen decken ein breites Spektrum des Energiemanagements ab. Jedoch zeigt die Abhängigkeit jeder Maßnahme von der Datendichte, also einer Erweiterung des Zählerkonzeptes und der Detailtiefe, wie werden die Daten aufbereitet, dass ein effektives Energiemanagement nur mit Hilfe von Informationen umzusetzen ist. Scheint es anfangs eines Projektes noch relativ einfach da die Einsparpotenziale in der „Einschwingphase“ noch relativ hoch sind, wird es mit zunehmender Länge der Laufzeit schwierig Energieeinsparungen nachzuweisen. Es ist also wichtig frühzeitig die Zählerbasis zu erweitern, um im Verlauf des Projektes weiteren Verbesserungsbedarf zu realisieren und den eventuellen Erfolg von Energiesparmaßnahmen erkennen zu können. Der nächste Schritt ist die abschließende Konfiguration des Controllingtools, um dieses auch in vollem Umfang nutzen zu können. Dabei ist es aber, durch die Zentralität des Systems nicht zweckmäßig, Wissen in den einzelnen Objekten aufzubauen. Der Zuschnitt der Konfiguration auf das einzelne Objekt sollte durch das CoC Energy & Sustainability zur Verfügung gestellt werden. Erst wenn diese Maßnahmen durchgeführt sind, ließe sich ein Erfolg oder Misserfolg der restlichen Maßnahmen nachweisen.

7 Zusammenfassung

Diese Arbeit sollte das Ziel verfolgen, das Energiemanagement in einer öffentlichen Immobilie zu untersuchen und daraus eventuelles Verbesserungspotenzial in diesem Bereich abzuleiten. Dazu wurde das Energiemanagement mit dem Begriff der Nachhaltigkeit in der Organisation eines Prozesses verknüpft und die Vertragsform erklärt. Gerade aufgrund der speziellen Projektform, nämlich der Public Private Partnership, treten hier Besonderheiten gegenüber üblichen Betreiberprojekten auf. Gemeinsam mit der langen Laufzeit des Vertrags und den festgeschriebenen Verbrauchsgrenzen, wurde die Eignung für nachhaltiges Energiemanagement festgestellt.

Die Ist-Analyse und die Kennzahlenvergleiche auf Basis der bisher gewonnenen Daten zeigte, dass selbst das geringe Gebäudealter nicht vor Handlungsbedarf schützt. Kritisch ist hier der erhöhte Strom- und Wasserverbrauch sowie die fehlende Informationsdichte im Bereich der Zählerdaten. Mithilfe des vorgeschlagenen Zählerkonzeptes und der Verbesserungen des Controllings sollte es aber möglich sein auch Maßnahmen umzusetzen, welche unter Maßstäben für normale Betriebsvereinbarungen nicht sinnvoll erscheinen.

Quellen- und Literaturverzeichnis

Braun, Hans-Peter (Hrsg.):
Facility Management – Erfolg in der Immobilienbewirtschaftung; Springer Verlag; 2007;
Berlin

Budäus, Dietrich; Grüning Gernod; Andreas Steinbock (Hrsg):
Public Management Public Private Partnership I – State of the Art; 1997 Hamburg

Budäus, Dietrich:
Public Private Partnership – Ansätze, Funktionen, Gestaltungsbedarfe. In: Gesellschaft
für öffentliche Wirtschaft (Hrsg.), Public Private Partnership: Formen – Risiken –
Chancen; 2004; Berlin

Heinz, Werner (Hrsg):
Public Private Partnership – ein neuer Weg zur Stadtentwicklung?, Stuttgart 1993,
Kohlhammer Verlag

Sebastian Kühlmann:
Systematik und Abgrenzung von PPP-Modellen und Begriffen. In: Andreas Pfnür (Hrsg.),
Arbeitspapiere zur Immobilienwirtschaftlichen Forschung und Praxis, Band Nr. 5.

Posch, Wolfgang (Hrsg.):
Ganzheitliches Energiemanagement für Industriebetriebe Gabler Verlag; 2011
Wiesbaden

Weber, Martin; Schäfer, Michael, Hausmann, Friedrich Ludwig (Hrsg.);
Public Private Partnership, München 2006; C.H. Beck Verlag

Fischer, Katrin:
Lebenszyklusorientierte Projektentwicklung öffentlicher Immobilien als PPP – ein Value-
Management-Ansatz; Bauhaus-Universität Weimar, 2008; Dissertation

Normen

DIN EN 16001:2009:
Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung; Deutsche
Fassung

IEC 62198:2001:
Risikomanagement für Projekte Leitfaden

GEFMA 124-1:2009-11:
Energiemanagement Grundlagen – Grundlagen und Leistungsbild

GEFMA 124-2:2009-11:
Energiemanagement Methoden

GEFMA 402:1999-12:

Software für das Energiemanagement – Klassifizierung und Funktionalitäten

VDI 2067-1:2010-09:

Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen

VDI 3807-1:2007-3:

Energie- und Wasserverbrauchswerte für Gebäude – Grundlagen

VDI 3807-2:1998-06:

Energie- und Wasserverbrauchswerte für Gebäude – Heizenergie- und Stromverbrauchskennwerte

VDI 3807-3:2007-07:

Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude und Grundstücke

Internet

Homepage der Allegheny Conference on Community Development;
abgerufen unter: <http://www.alleghenyconference.org/ConferenceHistory.asp>;
abgerufen am 03.06.2011

Homepage der Technischen Universität Darmstadt;
abgerufen unter: http://www.intern.tu-darmstadt.de/dez_iv/nachhaltigkeit_2/einfhrung/index.de.jsp;
abgerufen am: 09.05.2011

Report of the Worldcomission on Environment and Development “Our Common Future”; 1987
abgerufen unter: http://www.bne-portal.de/coremedia/generator/unesco/de/Downloads/Hintergrundmaterial__international/Brundtlandbericht.pdf
abgerufen am: 09.06.2010

Abschlussbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt ± Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“;
Drucksache 13/11200; 26.06.1998;
abgerufen unter: <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/13/112/1311200.pdf>;
abgerufen am: 18.06.2010

Unternehmenshomepage HSG Zander GmbH; abgerufen unter:
<http://www.hsgzander.ch/de/leistungen.html>
abgerufen am 03.05.2011

Anhänge

Anhang I Planungsgrundlagen Frischwasserverbrauch

Frischwasserverbrauch Sanitärbereich (Planung)									
				Bedienstete			Besucher		
				WC	Urinal	Waschbecken	WC	Urinal	Waschebecken
Sanitäres Objekt									
Anzahl Jährlicher Arbeitstage				[d.], [Woche]	200	200	200	65	65
Anzahl Beschäftigte				[-]	475	475	475	100	100
Nutzungsgrad				[%]					
				Anteil männlich	50	50	50	50	50
				Anteil weiblich	50	50	50	50	50
Nutzungshäufigkeit H_S[1/d]									
				WC	männlich	0,50	0,5	0,5	
					weiblich	3,00	2	1	
				Urinal	männlich	2,00	2,5	0,5	
				Waschbecken	männlich	3,00		1	0,5
					weiblich	3,00		1	0,5
				Körperpflege		1,00			
[1/Woche]				Duschen		5,00			
spez. Wasserverbrauch [l/Nutzung]				WC	männlich	6-10	6	6	
					weiblich	6-10	6	6	
				Urinal	männlich	2-4		2	
				Waschbecken	männlich	2-3		2,5	2,5
					weiblich	1,50		1,5	1,5
				Körperpflege		30			
				Duschen		40			
Frischwasserverbrauch				[l/a]	712.500,00	237.500,00	190.000,00	29.250,00	3.250,00
					1.179.000,00				6.500,00

Frischwasserverbrauch (IST)									
				Bedienstete			Besucher		
Sanitäres Objekt				WC	Urinal	Waschbecken	WC	Urinal	Waschebecken
Anzahl Jährlicher Arbeitstage			[d.], [Woche]	200	200	200	65	65	65
Anzahl Beschäftigte			[-]	475	475	475	100	100	100
Nutzungsgrad			[%]						
	Anteil männlich		[%]	20	20	20	50	50	50
	Anteil weiblich		[%]	80	80	80	50	50	50
Nutzungshäufigkeit H_S[1/d]									
	WC	männlich	0,50	0,5			0,5		
		weiblich	3,00	3			1		
	Urinal	männlich	2,00		2,5			0,5	
	Waschbecken	männlich	3,00			3			0,5
		weiblich	3,00			3			0,5
	Körperpflege		1,00						
[1/Woche]	Duschen		5,00						
spez. Wasserverbrauch [l/Nutzung]	WC	männlich	6-10	6			6		
		weiblich	6-10	6			6		
	Urinal	männlich	2-4		2			2	
	Waschbecken	männlich	2-3			2,5			2,5
		weiblich	1,50			2,5			2,5
	Körperpflege		30						
	Duschen		40						
Frischwasserverbrauch			[l/a]	1.425.000,00	95.000,00	712.500,00	29.250,00	3.250,00	8.125,00
				2.273.125,00					
(Trinken+Topfpflanzen+Spülen)	200d*475*3l			285000					
Kantine	250d*180Essen*2,5l			112500					
Unterhaltsreinigung Tagesdame	250d*100l			25000					
Unterhaltsreinigung Spätschicht	250d*12l*6*4P			216000					
Wasserverbrauch gesamt in l/a				2.911.625,00					
XX=Angepasst									

Anhang II Wasserverbrauchsrichtwerte für Verwaltungsgebäude

Tabelle 2. Wasserverbrauch in Verwaltungsgebäuden

Nutzungsart	Anzahl der Liegen- schaften	HNF $\times 1000 \text{ m}^2$	Wasserver- brauch 1992 in m^3/m^2 $\times HNF$	Wasserver- brauch 1993 in m^3/m^2 $\times HNF$	Richtwert	Wasserver- brauch 1992 in m^3 / Person $\times \text{Jahr}$
Gerichtsgebäude mit normaler technischer Ausstattung	157	385	0,45	0,45	0,40	6,9
Gerichtsgebäude mit hoher technischer Ausstattung	23	211	0,54	0,52	0,50	18,0
Verwaltungsgebäude mit normaler technischer Ausstattung	110	340	0,58	0,54	0,50	5,8
Verwaltungsgebäude mit hoher technischer Ausstattung	31	177	1,54	1,32	1,25	15,5
Versorgungsämter	16	57	0,90	0,71	0,60	4,7
Forstämter	22	7	0,41	0,37	0,30	5,2
Eichämter	12	17	0,36	0,36	0,30	15,2
Polizeiprasidien	27	196	0,94	0,90	0,80	
Polizeistationen	157	178	0,46	0,46	0,40	
Autobahnpolizeistationen	27	10	0,66	0,63	0,60	
Bereitschaftspolizei	6	201	1,07	1,07	0,80	38,5
Rechenzentren	6	53	1,08	1,01	1,00	40,5

Anhang III Merkblätter Energieverbrauch am Arbeitsplatz

Merkblatt Energieverbrauch am Arbeitsplatz (Hitzeperiode)

Heizung und Lüftung:

Nun steht die warme Jahreszeit vor der Tür. Um Ihnen eine angenehmes Arbeitsklima zu schaffen, wollen wir Ihnen Tipps an die Hand geben, Ihren Arbeitsplatz optimal auf die Außentemperaturen einzustellen. Ihr Büro wird in den warmen Monaten des Jahres durch zwei Faktoren erhitzt.

Der erste ist die warme Außenluft. Nutzen sie die frühen Tagesstunden bei Arbeitsbeginn, um Ihr Büro zu lüften und mit kühler Luft zu versorgen. Ab ca. 10 Uhr hat die Sonne genug Energie aufgebracht, um die Außenluft auf 80% des Tagesmaximums zu erwärmen. Schließen Sie die Fenster wenn sie merken, dass es draußen wärmer wird und halten Sie die Fenster und Türen Ihres Büros geschlossen. Dies verhindert das Eindringen wärmerer Luftmassen.

Der zweite verantwortliche Faktor ist die direkte Sonneneinstrahlung. Sobald die Sonne in Ihr Bürofenster scheint, schließen Sie die Außenjalousie (wenn nicht schon automatisch geschehen) und drehen Sie die Lamellen der Jalousie so, dass das Sonnenlicht Sie nicht blendet. So bleibt Ihr Büro längstmöglich angenehm kühl.

In Räumen in denen eine Lüftungsanlage installiert ist, sorgt diese für die Versorgung mit kalter Außenluft. Das Öffnen der Fenster befördert den Eintrag von warmer Luft und wirkt der Lüftungsanlage entgegen. Nutzen Sie auch hier die Wirkung der Außenjalousie.

EDV:

Haben Sie keine Angst Ihre Bürogeräte abzuschalten, Bürogeräte verbrauchen mehr Schaltvorgänge als viele glauben (ca. 100 pro Tag). Schon bei einer Abwesenheit von 10 min ist es sinnvoll, den Bildschirm ganz auszuschalten, ebenso nach Arbeitsende. Ein aufwendiger Bildschirmschoner (3D Grafiken) verbraucht mehr Strom als Bürosoftware wie Word oder Excel. Dies mindert den Energieverbrauch und schont die Umwelt. Was für Ihren Bildschirm gilt, gilt auch für Drucker. Schalten Sie diesen erst ein ,wenn sie ihn wirklich benötigen. Bei längerer Abwesenheit kann dieser auch in den Sleep-Modus geschaltet werden. Überprüfen Sie nach Arbeitsende, ob auch alle Geräte im Büro ausgeschaltet sind.

Beleuchtung:

In Räumen, die länger als 10 Minuten nicht benutzt werden, kann die Beleuchtung ganz abgeschaltet werden. Nutzen Sie so oft wie möglich das natürliche Tageslicht.

Diese Maßnahmen helfen Ihnen auch privat Energie und damit Geld zu sparen.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Merkblatt Energieverbrauch am Arbeitsplatz (Kälteperiode)**Heizung:**

Die in Ihrem Büro installierten Thermostatventile sind so konstruiert, dass sie die von Ihnen gewünschte Temperatur auf einem konstanten Niveau halten. Es ist also nicht nötig den Regler auf Stufe 5 zu stellen, um Ihr Büro schnell zu heizen. Vielmehr können Sie das Ventil auf die von Ihnen gewünschte Stufe einstellen. Sobald die Temperatur erreicht ist, schließt das Ventil und öffnet falls die Temperatur im Raum sinkt.

Dabei entspricht

- *=Frostschutz
- 1=12°C
- 2=16°C(Nachtstellung)
- 3=21 °C,
- 4=24°C
- 5=28°C

Jeder Zwischenteilstrich entspricht ca. 1 °C Änderung.

Um die von Ihnen gewünschte Temperatur möglichst schnell zu erreichen und auch zu erhalten, sollten Sie Fenster und Türen geschlossen halten. Geben Sie der Heizungsanlage zu Arbeitsbeginn etwas Zeit, denn sie muss nicht nur die Raumluft aufheizen sondern auch Tische und Schränke.

Vermeiden sie Möbel vor die Heizkörper zu stellen. Denn je größer die freie Fläche am Heizkörper, der Fachmann spricht von Konvektionsfläche, desto schneller kann der Heizkörper die Raumluft erhitzen.

Sollten es doch nötig sein zu lüften, stellen Sie das Thermostat auf Frostschutz und öffnen Sie die Fenster im Raum komplett. Dies führt zu einem schnellen Luftaustausch und verhindert dass die Materialien im Raum zu stark auskühlen. Vermeiden Sie die Kippstellung der Fenster, dies führt dazu, dass ungenutzte Wärmeenergie an die Außenluft abgegeben wird.

Eine Absenkung der Raumtemperatur um 1 °C verringert die Heizkosten um 6 %.

EDV:

Haben Sie keine Angst Ihre Bürogeräte abzuschalten, Bürogeräte verbrauchen mehr Schaltvorgänge als viele glauben (ca. 100 pro Tag). Schon bei einer Abwesenheit von 10 min ist es sinnvoll, den Bildschirm ganz auszuschalten, ebenso nach Arbeitsende. Ein aufwendiger Bildschirmschoner (3D Grafiken) verbraucht mehr Strom als Bürosoftware wie Word oder Excel. Dies mindert den Energieverbrauch und schont die Umwelt. Was für Ihren Bildschirm gilt, gilt auch für Drucker, schalten Sie diesen erst ein wenn sie ihn wirklich benötigen. Bei längerer Abwesenheit kann dieser auch in den Sleep-Modus geschaltet werden. Überprüfen Sie nach Arbeitsende, ob auch alle Geräte im Büro ausgeschaltet sind.

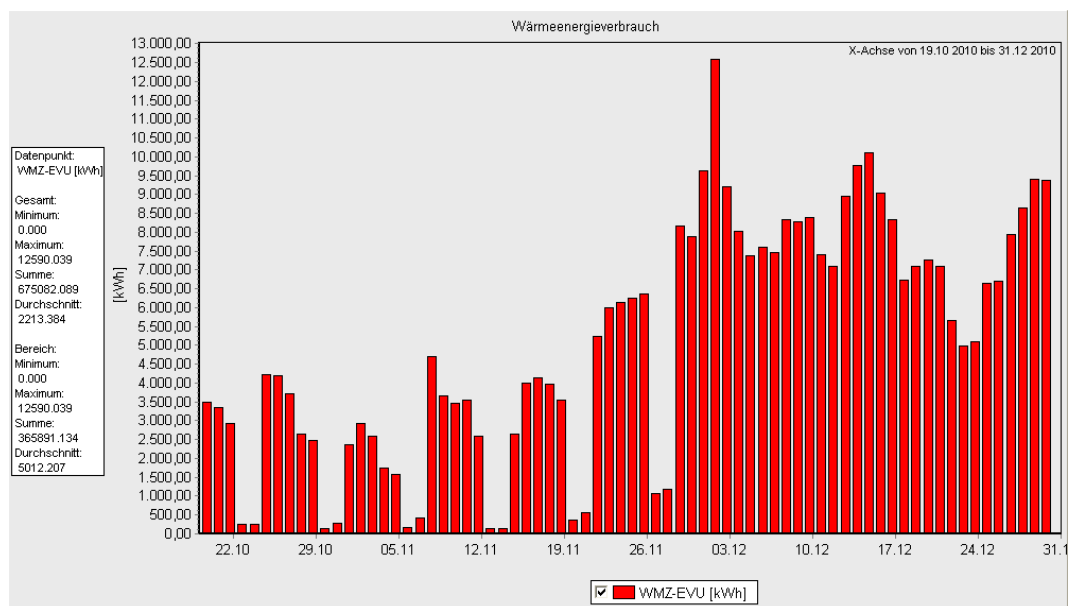
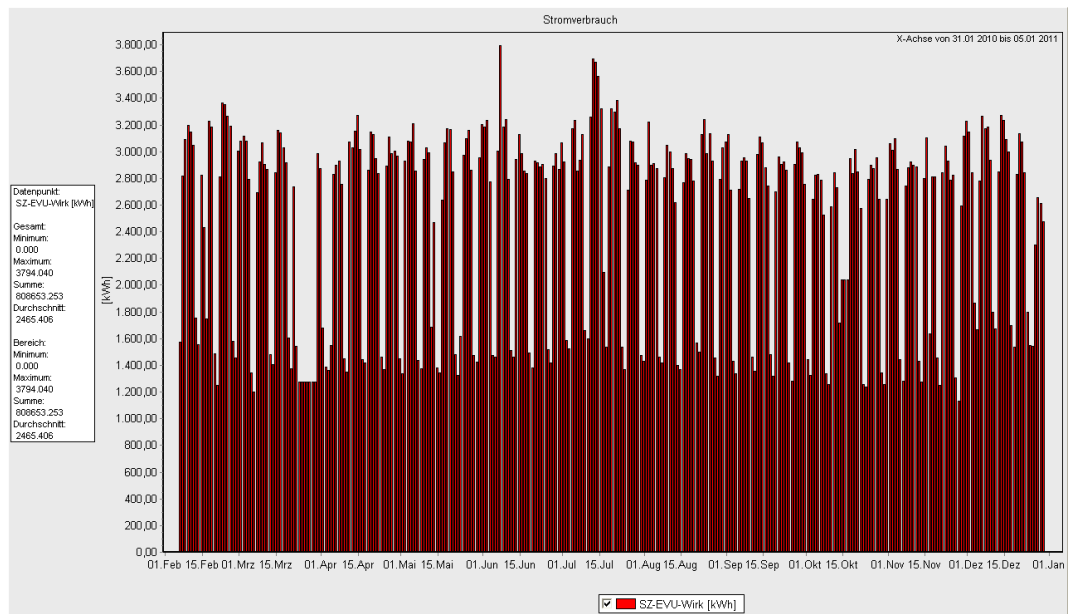
Beleuchtung:

In Räumen, die länger als 10 Minuten nicht benutzt werden, kann die Beleuchtung ganz abgeschaltet werden. Nutzen Sie so oft wie möglich das natürliche Tageslicht.

Diese Maßnahmen helfen Ihnen auch privat Energie und damit Geld zu sparen.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Anhang IV Energieverbrauchsauswertung Ennovatis Controlling



Anhang V Struktur der Elektroverteilung GHV-AN

Übersicht Elektro-Unterverteilung

GHV-AN

Feld 2							
Geschoss/Gebäudeteil	A	B	C	D	V	Außenanlagen	Tiefgarage
UG				-1D/SUV			
			+0C/SUV1				
			+0C/SUV2				
EG		0B/SUV	+0C/SUV3				
1.OG	+1A/SUV	+1B/SUV	+1C/SUV				
2.OG	+2A/SUV	+2B/SUV	+2C/SUV				
3.OG	+3A/SUV	+3B/SUV	+3C/SUV				
	+4A/SUV1						
4.OG	+4A/SUV2	+4B/SUV	+4C/SUV				

Feld 3							
Geschoss/Gebäudeteil	A	B	C	D	V	Außenanlagen	Tiefgarage
UG						AL/-1UVAA	AL/-1UVA
EG				0D/SUV		AL/0UVAA	AL/0UVA
1.OG				+1D/SUV			
				+2D/SUV1			
				+2D/SUV2			
				+2D/SUV3	+2V/SUV1		
2.OG				+2D/SUV4* (Cafeteria)	+2V/SUV2		
				+3D/SUV1			
3.OG				+3D/SUV2			
4.OG				+3D/SUV3	+3V/SUV1		

Feld 4							
Geschoss/Gebäudeteil	A	B	C	D	V	Außenanlagen	Tiefgarage
				ISP 9 Pumpentankstation			
				ISP 8 Kältemaschine			
				Vorsicherung Feld 5 (MSR/HLS)			
				Vorsicherung Feld 5 (PC-Netz)			
				Kompensationsanlage			
				Einspeisung GHV-EN			

Feld 5 Teil 1							
Geschoss/Gebäudeteil	A	B	C	D	V	Außenanlagen	Tiefgarage
				Einspeisung von Feld 4 MSR/HLS			
				ISP 1.1 Fernwärme			
				ISP 1.2 Fußbodenheizung Haftzellen			
				ISP 1.3 Heizung			
				ISP 4 Lüftung Archive			
				ISP 5 Lüftung Küche			
				ISP 6 RLT 6+7			
				ISP 7 Lüftung RLT 1			

Feld 5 Teil 2							
Geschoss/Gebäudeteil	A	B	C	D	V	Außenanlagen	Tiefgarage
				Einspeisung von Feld 4 PC-Netz			
UG				-1D/SUV/PC			
			0C/SUV1/PC				
		0B/SUV1/PC	0C/SUV2/PC				
EG	0A/SUV/PC	0B/SUV2/PC	0C/SUV3/PC	0D/SUV/PC			
1.OG	+1A/SUV/PC	+1B/SUV/PC	+1C/SUV/PC	+1D/SUV/PC			
				+2D/SUV1/PC			
				+2D/SUV2/PC	+2V/SUV1/PC		
2.OG	+2A/SUV/PC	+2B/SUV/PC	+2C/SUV/PC	+2D/SUV3/PC	+2V/SUV2/PC		
				+3D/SUV1/PC			
				+3D/SUV2/PC			
3.OG	+3A/SUV/PC	+3B/SUV/PC	+3C/SUV/PC	+3D/SUV3/PC	+3V/SUV1/PC		
	+4A/SUV1/PC						
4.OG	+4A/SUV2/PC	+4B/SUV/PC	+4C/SUV/PC				

Erklärung zur selbstständigen Anfertigung der Arbeit

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Mittweida, den 15.08.2011

Jan Köhler